



# UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

*La Universidad Católica de Loja*

## ÁREA BIOLÓGICA

TÍTULO DE BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

**Valoración de la actividad antioxidante de los subproductos de naranja**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**AUTOR:** Sotomayor Guamán, Michelle Paola

**DIRECTOR:** Figueroa Hurtado, Jorge Geovanny, Mg. Sc.

**LOJA - ECUADOR**

**2015**

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Mg. Sc.

Jorge Geovanny Figueroa Hurtado

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: “*Valoración de la actividad antioxidante de los subproductos de naranja*” realizado por Michelle Paola Sotomayor Guamán, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, y cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, agosto del 2015.

f).....

Mg. Sc. Jorge Geovanny Figueroa Hurtado

C. I: .....

## DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Michelle Paola Sotomayor Guamán declaro ser autora del presente trabajo de titulación: Valoración de la actividad antioxidante de los subproductos de naranja de la Titulación de Bioquímica Y Farmacia, siendo Mg. Sc. Jorge Geovanny Figueroa Hurtado director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art.88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

Loja, Agosto del 2015

F: .....

Sotomayor Guamán Michelle Paola

C. I: 1103760326

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser el creador de todo, por guiarme, bendecirme y acompañarme día a día en el transcurso de mi vida.

A mis padres por su apoyo, comprensión, sacrificio, amor y constante aliento en todo momento, sobre todo por creer en mí; todo lo que soy se lo debo a ustedes.

A mis hermanos que con igual cariño han sabido inspirarme a más cada día.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por la dicha de gozar de salud y vida, por el don de fe que me ha concedido y por permitirme hacer realidad uno más de mis sueños.

Al Mg. Sc. Geovanny Figueroa, quien como director de tesis ha sabido compartir sus conocimientos y experiencia, para poder realizar este proyecto de la mejor manera, gracias también por su paciencia y ayuda.

A los Ingenieros: Miguel Ángel Meneses y María Del Cisne Guamán por su colaboración como miembros del jurado de tesis, que han sabido guiar esta investigación con sus observaciones y sugerencias, por su tiempo y dedicación.

A mis profesores, que han sabido despejar mis inquietudes con sus conocimientos, durante mi crecimiento académico.

A mi familia, por motivarme día a día, por creer en mí y por su cariño infalible.

A mis amigas y compañeras, por su ánimo y compañía durante todos los años de estudio.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....</b>	<b>II</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS.....</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>NOMENCLATURA .....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Aprovechamiento de subproductos .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2. Naranja.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3. Antioxidantes .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4. Compuestos fenólicos.....</b>	<b>8</b>
1.4.1. Método de captación del radical 2,2- difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH).....	9
1.4.2. Método del ácido 2,2'-azinobis (3- etilbenzotiazolín)-6- sulfónico) (ABTS) ..	9
1.4.3. Poder antioxidante reductor del hierro (FRAP) .....	10
1.4.4. Contenido de fenoles totales .....	10
<b>2. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>11</b>

<b>2.1. General.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2. Específico .....</b>	<b>12</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Muestras .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2. Reactivos .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3. Caracterización y preparación de la muestra.....</b>	<b>14</b>
<b>3.4. Extracción de antioxidantes.....</b>	<b>15</b>
<b>3.5. Cuantificación de la actividad antioxidante .....</b>	<b>16</b>
3.5.1. Determinación de fenoles totales. ....	16
3.5.2. Método de captación del radical 2,2- difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH).....	17
3.5.3. Método del ácido 2,2'-azinobis (3- etilbenzotiazolín)-6- sulfónico (ABTS)	18
3.5.4. Poder antioxidante reductor del hierro (FRAP).....	19
<b>3.6. Diseño experimental .....</b>	<b>20</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1. Fenoles totales .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2. Método de captación del radical 2,2- difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3. Método del ácido 2,2'-azinobis (3- etilbenzotiazolín)-6- sulfónico (ABTS)</b>	<b>24</b>
<b>4.4. Poder antioxidante reductor del hierro (FRAP).....</b>	<b>26</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>34</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1:</b> Concentración de fenoles totales en subproductos de naranja.....	23
<b>Gráfica 2.-</b> Actividad antioxidante DPPH en subproductos de naranja .....	24
<b>Gráfica 3.-</b> Actividad antioxidante ABTS en subproductos de naranja.....	25
<b>Gráfica 4.-</b> Actividad antioxidante FRAP en subproductos de naranja.....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.-</b> Metodología de extracción de antioxidantes. ....	15
<b>Figura 2.-</b> Determinación de fenoles totales mediante el método de Folin- Ciocalteu. 17	
<b>Figura 3.-</b> Determinación de la actividad antioxidante mediante el método DPPH .....	18
<b>Figura 4.-</b> Determinación de la actividad antioxidante mediante el método ABTS. ....	19
<b>Figura 5.-</b> Determinación de la actividad antioxidante mediante el método FRAP.....	20

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.-</b> Determinación de humedad.....	35
<b>Anexo 2.-</b> Datos de la determinación de fenoles totales por el método de Folin- Ciocalteu.....	36
<b>Anexo 3.-</b> Cuantificación de la actividad antioxidante (DPPH).....	47
<b>Anexo 4.-</b> Cuantificación de la actividad antioxidante (ABTS) .....	57
<b>Anexo 5.-</b> Cuantificación de la actividad antioxidante (FRAP) .....	65
<b>Anexo 6.-</b> Resultados actividad antioxidante base fresca y base seca.....	72
<b>Anexo 7.-</b> Resultados diseño experimental .....	74

## NOMENCLATURA

**MeOH:** Metanol

**DPPH:** 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo

**ABTS:** 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolín-6-sulfónico)

**FRAP:** Capacidad de reducción férrica del ion

**TPTZ:** 2, 4, 6 - tripiridil-s-triazina

**TROLOX:** Ácido 6- hidroxí-2, 5, 7, 8- tetrametilcromo- 2- ácido carboxílico

**HCl:** Ácido clorhídrico

**H<sub>2</sub>O d.d:** Agua destilada

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:** Ácido sulfúrico

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>:** Carbonato de sodio

**K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>:** Persulfato de potasio

**FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O:** Cloruro férrico hexahidratado

**μmol EQ.Trolox/ g:** Micromoles equivalentes de trolox/ gramo de muestra

**mg EQ. AG/ 100 g:** Miligramos equivalentes de ácido gálico/ 100 gramos de muestra

**Folin-C=** Reactivo Folin-Ciocalteu

**EAG:** Estándar de Ácido Gálico

**Abs:** Absorbancia

**BF:** Base fresca

**BS:** Base seca

**Co:** Concentración luego de aplicación de pendiente e intersección

**Cf=** Concentración final mg EQ. AG/100 g, Concentración final μmol EQ. Trolox/ g

**ET:** Estándar de Trolox

**g:** Gramo

**mg:** Miligramo

**min:** Minuto

**ml:** Mililitro

**N:** Normal

**rpm:** Revoluciones por minuto

**μL:** Microlitro

## RESUMEN

El presente estudio evaluó la riqueza de albedo, flavedo, pulpa agotada y subproducto completo de naranja como fuente de antioxidantes y el efecto de la deshidratación sobre la capacidad antioxidante. Las muestras fueron provenientes de la provincia de Manabí y se analizaron en fresco y tras el proceso de deshidratación a 60°C. El contenido de fenoles totales se midió por el método Folin-Ciocalteu y la riqueza antioxidante fue evaluada por los métodos ABTS, DPPH y FRAP. El albedo fresco (1391 mg Eq. AG/ 100g BS) y el flavedo deshidratado (788mg Eq. AG/ 100g BS) presentaron mayor contenido de fenoles totales según el método de Folin-Ciocalteu. La mayor concentración de capacidad antioxidante en las muestras frescas y deshidratadas según los métodos DPPH fueron subproducto completo fresco (255µmol EQ. Trolox/g BS) y flavedo deshidratado (68µmol EQ. Trolox/g BS), en ABTS subproducto completo fresco y deshidratado (222 y 183µmol EQ. Trolox/g BS respectivamente) y en FRAP flavedo fresco (65 µmol EQ. Trolox/g BS) y subproducto completo deshidratado (49 µmol EQ. Trolox/g BS). Se determinó el efecto de la deshidratación el mismo que provocó una disminución de la actividad antioxidante en el albedo, flavedo y subproducto completo y un aumento en pulpa mediante el método DPPH.

**PALABRAS CLAVES:** Naranja, subproductos, albedo, flavedo, pulpa agotada, antioxidantes, deshidratación, capacidad antioxidante.

## ABSTRACT

The present study evaluate the richness of albedo, zest, exhausted pulp and a complete by-product of orange as a source of antioxidants and the effect of dehydration on the antioxidant capacity. Samples were from the province of Manabí and were analyzed in fresh and after the dehydration process at 60°. The total phenolic content was measured by the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant richness was evaluated by ABTS, DPPH and FRAP methods. Fresh albedo (1391 mg Eq. AG / 100g BS) and dehydrated flavedo (788mg Eq. AG / 100g BS) showed highest total phenol content according to Folin-Ciocalteu. The highest concentration of antioxidant capacity in fresh and dried samples according to the DPPH fresh complete product (255µmol EQ. Trolox /g BS) and flavedo dehydrated (68µmol EQ Trolox / g BS.), ABTS fresh and dehydrated complete by-product (222 and 183µmol EQ Trolox / g BS respectively) and FRAP fresh flavedo (65 mol EQ Trolox / g BS) and complete by- product dehydrated (EQ 49 mol Trolox / g BS) it was determinated that in the albedo, zest and complete by-product the effect of dehydration caused a decrease of antioxidant activity and an increased in exhausted pulp using DPPH method.

**KEYWORDS:** Orange, products, albedo, zest, exhausted pulp, antioxidants, dehydration, antioxidant capacity.

## INTRODUCCIÓN

Durante el procesamiento de frutas se generan gran cantidad de residuos, esto constituye un problema económico para las industrias, es por ello que existe un creciente interés en su aprovechamiento (Ayala-Zavala et al., 2011; Fernández-López et al., 2009). Los residuos de subproductos cítricos han sido usados como melaza para la alimentación animal (Bocco, Cuvelier, Richard, & Berset, 1998), producción de fibra (Chau & Huang, 2003; Ros, Schols, & Voragen, 1996) y la producción de combustible (Hang, 1987), constituyendo un elevado gasto para la industria por el requerimiento de recursos tecnológicos (Tehranifar, Selahvarzi, Kharrazi, & Bakhsh, 2011). Algunos residuos de frutas y vegetales han sido estudiados por ser fuente de diversas sustancias nutricionales incluyendo fibra dietaria, pectinas y agentes bioactivos útiles como antioxidantes, antimicrobianos, colorantes, aromatizantes y agentes espesantes (Ayala-Zavala et al., 2011; Fernández-López et al., 2009). Lo que ha permitido establecer diversas propiedades tales como su capacidad para prevenir enfermedades degenerativas, incluyendo cáncer; se ha comprobado también su capacidad para actuar como donadores de hidrógenos inhibiendo la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), las cuales están implicadas en la patogénesis de las enfermedades coronarias (Martinez, 2007; Pérez-Jiménez & Torres, 2011).

La actividad antioxidante de la naranja ha sido determinada mediante diversos métodos: se realizó fenoles totales en cáscara y tejidos 160.3 mg EAG/g MS y 2323 mg EAG/g MS correspondientemente, DPPH en las mismas fracciones con un IC50 de 1,1mg/ml y 2,8 mg/ml (Ghasemi, Ghasemi, & Ebrahimzadeh, 2009); en pulpa agotada: fenoles totales  $126 \pm 6$  mg EAG/100 g BS y ABTS<sup>+</sup>  $849 \pm 25$   $\mu$ mol EQ. Trolox/ 100g BS (Proteggente et al., 2002) , FRAP  $12 \mu$ mol EQ. Trolox/g BF (Ramful, et al., 2011) y en pulpa de naranja fresca según el contenido de fenoles totales, flavonoides y vitamina C se considera un nivel medio de antioxidantes pues se encuentra entre 750-950  $\mu$ mol EQ. Trolox/g BS (Ramful, Tarnus, Aruoma, Bourdon, & Bahorun, 2011). Estos resultados pueden verse modificados por diversos factores tales como la deshidratación; la cual depende de la temperatura utilizada durante el proceso y el solvente usado para la extracción de los antioxidantes (Garau, Simal, Rossello, & Femenia, 2007).

Es así como este trabajo de titulación busca valorar el potencial de diversos subproductos obtenidos a partir de naranja (*Citrus sinensis*) como fuente de sustancias nutricionales mediante la medición de la actividad antioxidante y el efecto de la deshidratación en la misma.

## **1. REVISIÓN DE LITERATURA**

## 1.1. Aprovechamiento de subproductos

Los jugos de fruta han experimentado una creciente popularidad en los últimos años (Fernández-López et al., 2009). En las zonas tropicales y subtropicales predomina la producción y el consumo de jugos de fruta de cítricos y específicamente de naranja, su producción genera muchos subproductos que constituyen aproximadamente el 45-60% del total de la fruta (Fernández-López et al., 2009), representando un problema cada vez mayor debido a la elevada cantidad de subproducto que es propensa al deterioro microbiológico (Mandalari et al., 2007), lo que limita su explotación (Fernández-López et al., 2009).

El uso de los subproductos de la producción de jugo de cítricos ha tomado notable interés desde el punto de vista de su aprovechamiento, debido a que contienen algunas sustancias nutricionales que incluyen fibra dietaria, pectinas, compuestos fenólicos y agentes bioactivos útiles (Galaverna et al., 2008; Gorinstein et al., 2001), se ha demostrado que los compuestos fenólicos y en particular los flavonoides poseen propiedades antioxidantes (Miean & Mohamed, 2001).

Se han encontrado que las cáscaras contienen mayor cantidad de fenoles totales en comparación con las partes comestibles (Balasundram, Sundram, & Samman, 2006). Gorinstein et al. (2001) encontraron que el contenido total de compuestos fenólicos en las cáscaras de limones, naranjas y uvas eran un 15% superiores a los de las frutas peladas. También se ha encontrado que las cáscaras de otras frutas contienen cantidades más altas de compuestos fenólicos que las partes carnosas comestibles. Se estudió la capacidad total antioxidante encontrando que las cáscaras de manzanas (4,7g/kg), melocotón (4,5g/kg) y peras (11,1g/kg) contienen el doble de la cantidad de fenoles totales que tienen las frutas peladas (Gorinstein et al., 2002).

## 1.2. Naranja

La naranja es el fruto del naranjo dulce, árbol que pertenece al género *Citrus* de la familia de las Rutáceas. Esta familia comprende más de 1.600 especies. El género botánico *Citrus* es el más importante de la familia y consta de más de 20 especies con frutos comestibles todos ellos muy abundantes en vitamina C, flavonoides y aceites esenciales (Gil-Loyzaga, 2008). La naranja es la especie más cultivada a nivel mundial, según el último informe de la FAO (2012) la producción de cítricos a nivel mundial en el 2011 fue de 116 millones de toneladas; y de naranja 71 millones de toneladas, Brasil es el mayor productor del mundo, con casi 22 millones de toneladas, correspondientes a más del 35% de la producción mundial. En Ecuador la producción del cítrico para exportación de enero a julio del 2012 alcanzó alrededor de 5 millones de toneladas según el Instituto de promoción de exportaciones e inversiones (2012). Las provincias con mayor producción de naranja como cultivo permanente son Azuay con 786 toneladas, Santa Elena con 615 toneladas y Carchi con 62 toneladas (INEC, 2012).

El fruto está formado por una piel externa más o menos rugosa de color verde o amarillento-anaranjado llamada flavedo (exocarpo), a continuación se encuentra una parte intermedia adherida a la anterior, blanquecina y esponjosa llamada albedo (mesocarpo), y el interior de la fruta se compone de varios segmentos o carpelos llenos de pelos vesiculares, pedunculares, fusiformes, que contienen el jugo y las semillas (endocarpo) (Handabaka & Vásquez, 2001). En el jugo se encuentra vitamina C, B1, B2, B6 y vitamina A en forma de caroteno, también es rico en sales minerales especialmente potasio y calcio, siendo la naranja, la mandarina y el limón los cítricos que más contenido de calcio presentan (Handabaka & Vásquez, 2001).

En el fruto se destacan otros componentes como el ácido cítrico y el málico, ácidos orgánicos responsables de la acidez y azúcares (sacarosa, dextrosa y levulosa) en más del 7 % (Handabaka & Vásquez, 2001). Se encuentra también fibra como celulosa y pectina; y glucósido flavónico hesperidina, que tiene un efecto protector sobre los vasos sanguíneos y es coadyuvante de la vitamina C (Handabaka & Vásquez, 2001).

Las cáscaras pueden ser utilizadas para alimentación de ganado mezclándolo con pastos secos, también son una fuente de melaza, pectina y limoneno. Las semillas son ricas en ácidos grasos no saturados, y pueden ser utilizados para recuperar triterpenoides típicos de cítricos, con propiedades anticancerígenas/quimiopreventivas. Tanto las cáscaras y semillas son una interesante fuente de compuestos fenólicos, que incluyen ácidos fenólicos y flavonoides. Los flavonoides están representados en las frutas cítricas por dos clases de compuestos: poliflavonas metoxiladas y las flavanonas glicosiladas (Bocco et al., 1998). En diferentes estudios se ha analizado la actividad antioxidante de la naranja se realizó fenoles totales en cáscara y tejidos 160.3 mg EAG/g MS y 2323 mg EAG/g BS correspondientemente, DPPH en las mismas fracciones con un IC50 de 1,1mg/ml y 2,8 mg/ml para la cáscara y el tejido (Ghasemi, Ghasemi, & Ebrahimzadeh, 2009); en naranja sin cáscara: fenoles totales  $126 \pm 6$  mg EAG/100 g BS, FRAP  $1181 \pm 6$   $\mu\text{mol Fe}^{2+}$  /100g BS y ABTS<sup>+</sup>  $849 \pm 25$   $\mu\text{mol Equiv. Trolox/ 100g BS}$  (Proteggente et al., 2002) y en pulpa de naranja fresca según el contenido de fenoles totales, flavonoides y vitamina C se considera un nivel medio de antioxidantes pues se encuentra entre 750-950  $\mu\text{mol Equiv. Trolox/g BS}$  (Ramful, Tarnus, Aruoma, Bourdon, & Bahorun, 2011). Estos resultados se pueden ver disminuidos por efecto de la deshidratación; que depende de la temperatura usada durante el proceso (Garau et al., 2007).

### **1.3. Antioxidantes**

Un antioxidante constituye una sustancia que es capaz de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres mediante la liberación de electrones, los mismos que son captados por radicales libres. Los radicales libres son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado o libre; por lo que son muy reactivos ya que suelen captar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica (Avello & Suwalsky, 2006). Una vez que el radical libre ha conseguido sustraer el electrón que necesita, la molécula estable que lo cede se convierte en un radical libre por quedar con un electrón desapareado. El problema para la salud se produce cuando nuestro organismo tiene que soportar un exceso de radicales libres, producidos mayormente por contaminantes externos, que provienen principalmente de la contaminación atmosférica y el humo de cigarrillos, los que producen distintos tipos de radicales libres en nuestro organismo (Avello & Suwalsky, 2006).

Los antioxidantes pueden actuar en los diferentes procesos de la secuencia oxidativa y tener más de un mecanismo de acción (Halliwell, 2005). La actividad antiradicalaria en un antioxidante va a estar dada por el cumplimiento de una característica básica que es generar un radical más estable y menos dañino después de reaccionar con la especie radical (Lodish et al., 2005). Esta reacción se basa en una transición redox en la que está implicada la donación de un electrón a la especie radicalaria. Como resultado de esta transferencia, se formará un radical derivado del antioxidante que puede tener carácter inerte, o estable o presentar cierta reactividad (Ugartondo, 2009).

En el organismo se produce un equilibrio entre oxidantes/antioxidantes, cuando este equilibrio se rompe a favor de los oxidantes se produce un estrés oxidativo el cual está implicado en muchos procesos fisiopatológicos (González, Muñiz, & Valls, 2001). El contenido en compuestos antioxidantes de frutas y por tanto, su actividad antioxidante asociada se puede ver afectado por factores fisiológicos como la maduración de la fruta, así como por factores tecnológicos como las condiciones de conservación y procesado (Helyes & Lugasi, 2006).

En los últimos años ha cobrado especial interés el estudio de la actividad biológica de los compuestos fenólicos y en especial la evaluación de la actividad antioxidante asociada a ellos; debido a la posible asociación entre la ingesta de los mismos y la prevención de ciertas enfermedades crónicas importantes, como la enfermedad cardiovascular o ciertos tipos de cáncer (Martinez, 2007; Pérez-Jiménez & Torres, 2011). Se ha comprobado también su capacidad para actuar como donadores de hidrógenos o iones metálicos como el hierro y el cobre, inhibiendo la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) las cuales están implicadas en la patogénesis de las enfermedades coronarias (Hertog et al., 1993).

#### **1.4. Compuestos fenólicos**

Los compuestos fenólicos son un gran grupo de metabolitos secundarios de las plantas, de ellos se han descrito apropiadamente 10.000 estructuras como compuestos fenólicos que se producen en la naturaleza y más de 500 que se producen en los productos alimenticios. El grupo de compuestos fenólicos incluye una amplia gama de estructuras de moléculas pequeñas, tales como ácidos fenólicos, a

grandes polímeros complejos de alto peso molecular, como las pro-antocianinas y terubiginas (Pérez-Jiménez & Torres, 2011).

Para analizar una familia tan diversa de compuestos en los alimentos, se han propuesto varios métodos. Todos los métodos se llevan a cabo más comúnmente en los extractos de alimentos. Los compuestos fenólicos detectados en tales extractos de alimentos constituyen los "compuestos fenólicos extraíbles " e incluyen compuestos fenólicos que pertenecen a diferentes clases, los residuos sólidos de tales extracciones no son generalmente considerados como una fuente de compuestos bioactivos y son ignorados. Sin embargo, cantidades significativas de compuestos fenólicos pueden permanecer en los residuos, asociado con la matriz del alimento; éstos constituyen los "compuestos fenólicos no extraíbles" (Pérez-Jiménez & Torres, 2011).

Algunos de los métodos más usados para la determinación de la actividad antioxidante son:

#### **1.4.1. Método de captación del radical 2,2- difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH)**

Método descrito por Brand-Williams et al. (1995), se fundamenta en cuantificar la capacidad captadora de radicales libres de un extracto, se basa en la reducción del radical inestable DPPH- a la forma DPPH-H por acción de una sustancia oxidante, provocando la decoloración del mismo de violeta hacia amarillo pálido. Posee una banda de absorción a 515 nm (Thaipong, Boonprakob, Crosby, Cisneros-Zevallos, & D., 2006).

#### **1.4.2. Método del ácido 2,2'-azinobis (3- etilbenzotiazolín)-6- sulfónico (ABTS•+)**

Mide la capacidad captadora de radicales libres, se basa en la habilidad de los antioxidantes para secuestrar el catión radical ABTS medida a través de la decoloración del radical ABTS•<sup>+</sup>, que se absorbe a una longitud de onda de 734 nm (Arnao, Cano, & Acosta, 2001). El radical ABTS•<sup>+</sup> reacciona con el compuesto polifenólico, ocasionando la formación del ABTS (inoloro) y la oxidación del compuesto polifenólico. Entre mayor es la actividad antioxidante del polifenol, mayor es la decoloración generada sobre el ABTS•<sup>+</sup> (Re et al., 1999).

#### **1.4.3. Poder antioxidante reductor del hierro (FRAP)**

Método descrito por Benzie & Stran (1996), cuantifica el poder de reducción del hierro, en donde por acción de compuestos antioxidantes los complejos amarillo férricos se reducen a complejos azules ferrosos. Se evalúa la actividad antioxidante de una muestra de acuerdo con su capacidad para reducir el hierro férrico ( $\text{Fe}^{+3}$ ) presente en un complejo  $\text{Fe}^3$ -TPTZ hasta la forma ferrosa ( $\text{Fe}^{+2}$ ), que tiene su máxima absorción a 593 nm (Benzie & Strain, 1996; Thaipong et al., 2006).

#### **1.4.4. Contenido de fenoles totales**

Consiste en la reacción entre el reactivo de Folin-Ciocalteu de color amarillo y los grupos fenólicos presentes en la muestra, lo cual produce un complejo de color azul con un máximo de absorción a 725 nm. Se fundamenta en su carácter reductor y posterior neutralización con  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Thaipong et al., 2006).

## **2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

## **2.1. General**

Contribuir con conocimientos al desarrollo de la ciencia de alimentos, a promover la utilización de subproductos de cítricos en la industria alimentaria y a disminuir la incidencia de los desechos agroindustriales sobre la contaminación ambiental.

## **2.2. Específico**

- Determinar la actividad antioxidante de los subproductos de la naranja.
- Evaluar el efecto de la deshidratación sobre la actividad antioxidante de los subproductos de la naranja.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### 3.1. Muestras

La materia prima es la naranja dulce (*Citrus sinensis*) proveniente de la provincia de Manabí; fruto del naranjo dulce, árbol que pertenece al género Citrus de la familia de las Rutáceas; se escogió la variedad comercial Valencia debido a que es una de las más cultivadas en nuestro país (Armas, 2010). Los frutos de esta variedad de tamaño mediano, corteza gruesa, dura y coriácea; superficie lisa, ligeramente áspera, jugo abundante y menos de seis semillas por fruto.

### 3.2. Reactivos

Los solventes usados durante la extracción y determinación de fenoles totales y actividad antioxidante fueron:

- **Extracción de antioxidantes:** metanol (99,9% PAI-ACS), ácido acético (96% PA), ácido sulfúrico (95-98% USP) ,1- butanol (USP-NF), ácido clorhídrico (37% PQ) (Panreac Química S. A).
- **Fenoles totales:** Folin-Ciocalteu 2N (Sigma-Aldrich), carbonato de sodio (ISO) (Merck), ácido gálico (97.5-102.5%) (Sigma), metanol (99,9% PAI-ACS) y etanol absoluto (99,9 PAI) (Panreac Química S. A).
- **ABTS:** 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolín-6-sulfónico) (>98%) (Sigma), persulfato de potasio (99% USP) (Sigma- Aldrich), (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo- 2- ácido carboxílico) (97%) (Trolox) (Aldrich Chemistry).
- **FRAP:** 2, 4, 6 - tripiridil-s-triazina (<98%) (TPTZ) (Sigma), acetato de sodio trihidratado (USP) (Merck), ácido clorhídrico (37% PQ) (Sigma-Aldrich), cloruro férrico hexahidratado (USP) (Merck).
- **DPPH:** 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (Sigma), (ácido 6- hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo- 2- ácido carboxílico) (97%) (Trolox) (Aldrich Chemistry).

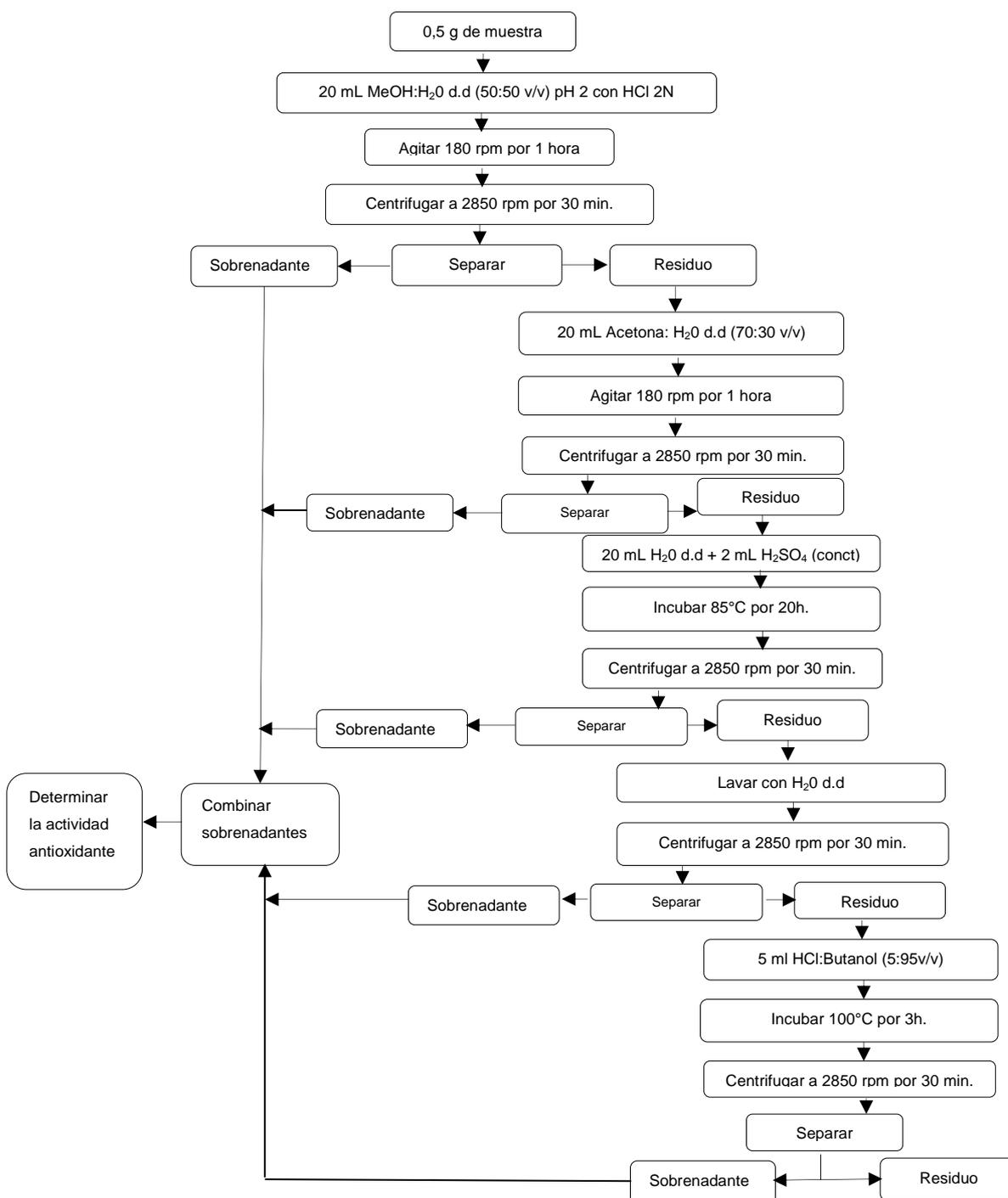
### 3.3. Caracterización y preparación de la muestra.

Se procedió a separar los tres subproductos: albedo, flavedo, pulpa agotada y se obtuvo un residuo total de la fruta una vez extraído el jugo. Una parte de estos subproductos y del residuo total fueron deshidratados a una temperatura de 60 °C durante 24 horas. Se redujo el tamaño de las muestras en un molino de cuchillas, luego se tamizó y se recogieron las fracciones correspondientes a un tamaño de partícula menor o igual a 500 µm. Las muestras fueron almacenadas en bolsas plásticas a temperatura ambiente las frescas y a temperatura de congelación las

deshidratadas. Se determinó el porcentaje de humedad y sólidos totales de muestras frescas (Ver **Anexo 1**).

### 3.4. Extracción de antioxidantes

La extracción se realizó según la metodología descrita por Pérez-Jiménez y Saura Calixto (2007). En la **Figura 1** se detalla el procedimiento:



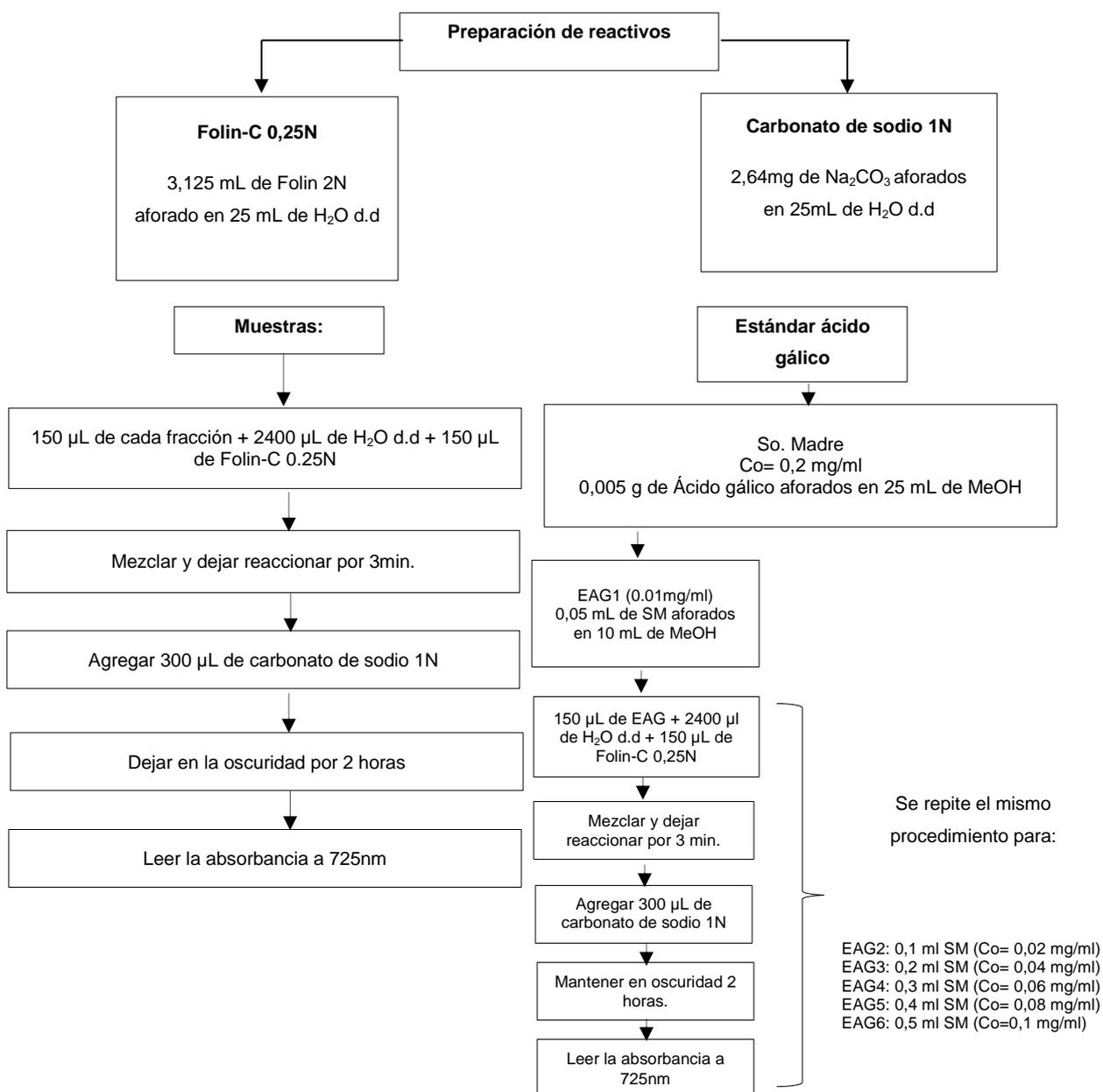
**Figura 1.- Metodología de extracción de antioxidantes.**

### **3.5. Cuantificación de la actividad antioxidante**

Se realizó la determinación de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu y se emplearon tres métodos para cuantificar la actividad antioxidante total (tres fracciones obtenidas) de los subproductos y del subproducto completo: método de difenil-1-picrihidrazilo (DPPH), método de 2,2'-azino-bis (3-etilbenzothiazolín-6-sulfónico (ABTS) y la capacidad de reducción férrica (FRAP).

#### **3.5.1. Determinación de fenoles totales.**

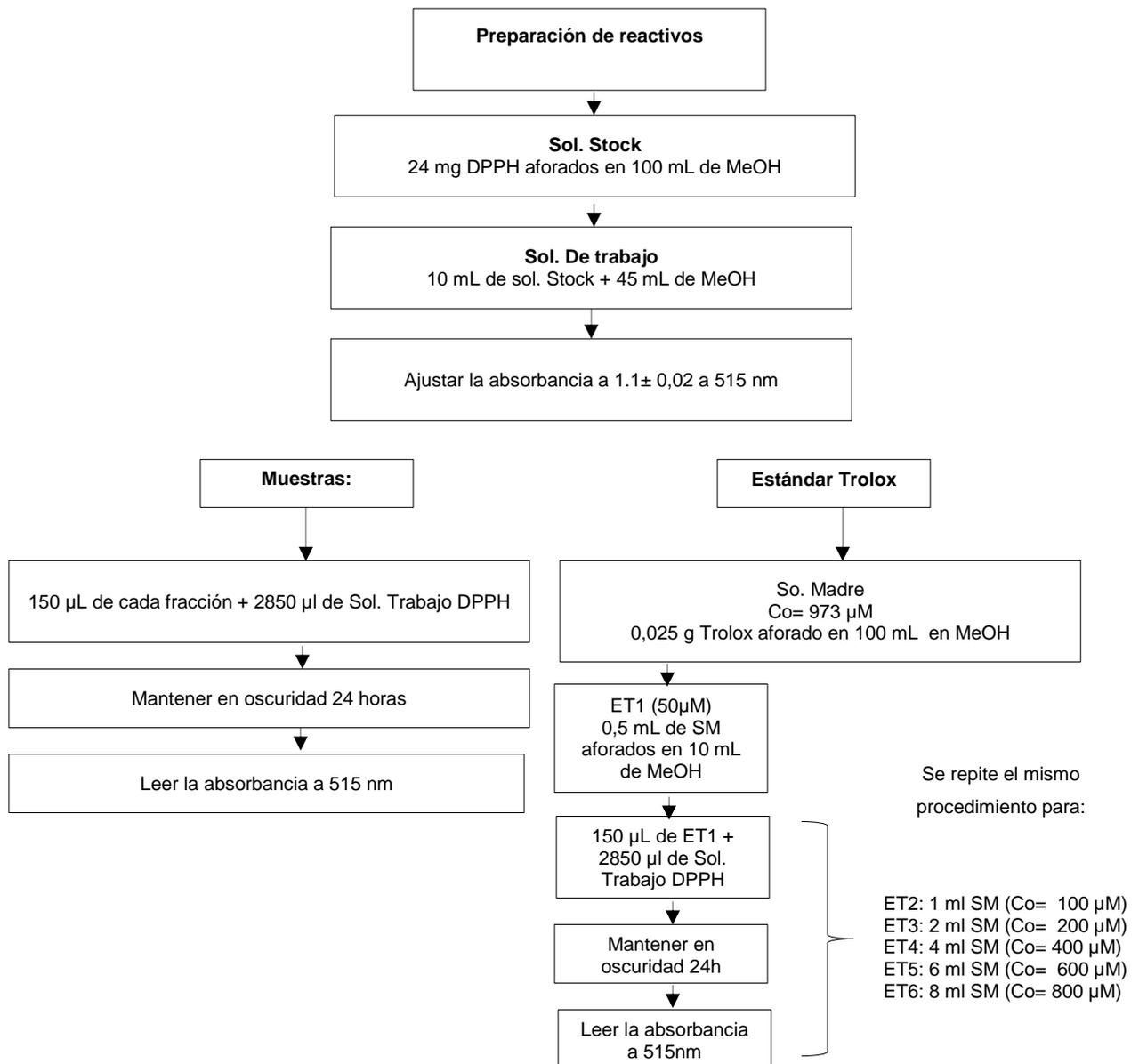
El contenido de fenoles totales se realizó según el método Folin-Ciocalteu, adaptado por Swain y Hillis (1959). Los resultados se expresan como la sumatoria de las tres fracciones en miligramos equivalentes de ácido gálico por cada 100 gramos de muestra. El procedimiento se observa en la **Figura 2** y los cálculos se muestran en el **Anexo 2**.



**Figura 2.-** Determinación de fenoles totales mediante el método de Folin-Ciocalteu.  
Fuente: Swain y Hillis (1959)

### 3.5.2. Método de captación del radical 2,2- difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH)

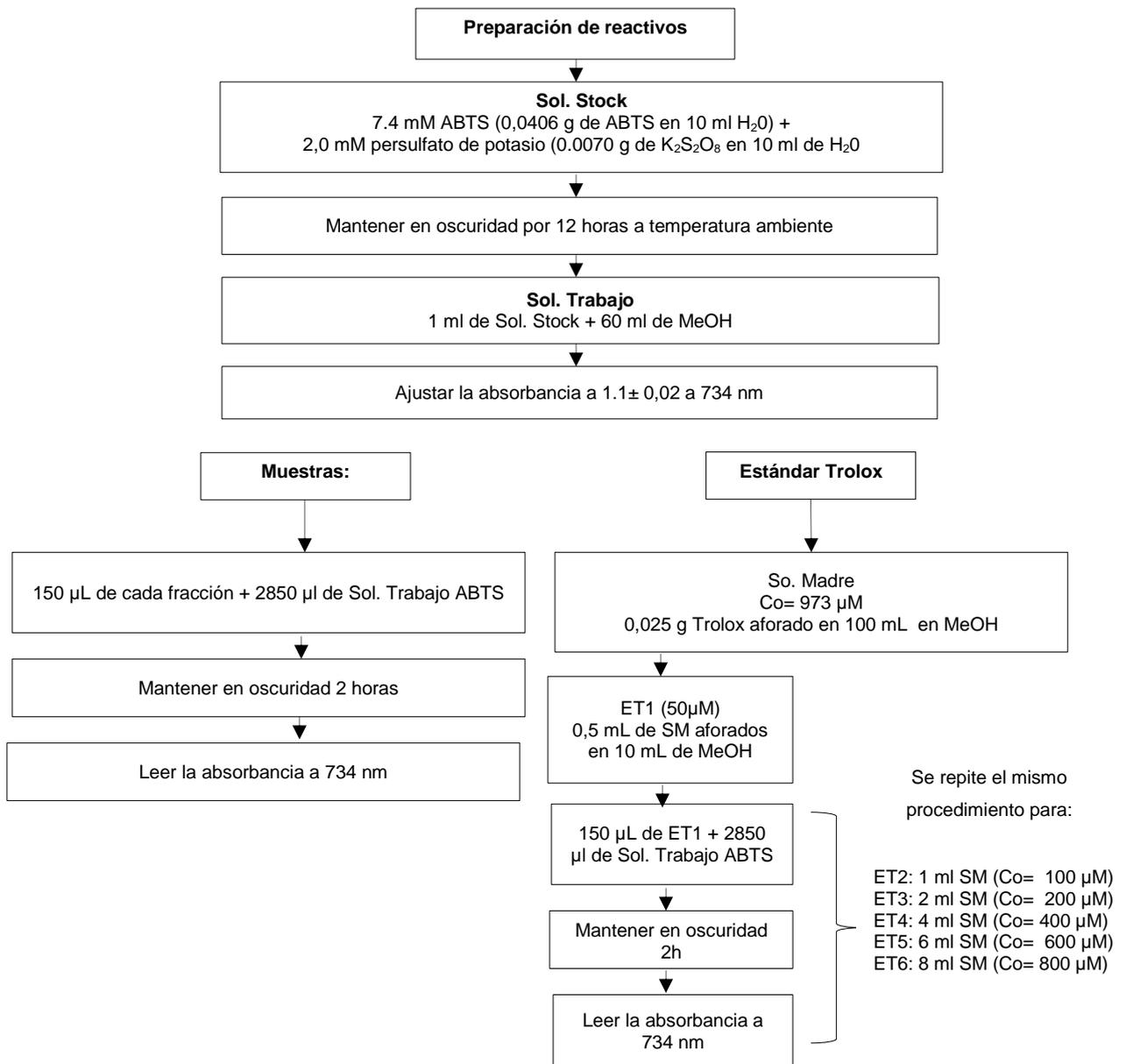
Se utilizó el método descrito por Brand-Williams et al (1995) con algunas modificaciones realizadas por Thaipong et al. (2006). El resultado se expresa como la sumatoria de las tres fracciones en  $\mu\text{mol}$  equivalentes de Trolox por cada gramo de muestra. En la **Figura 3** se detalla el procedimiento aplicado y los cálculos correspondientes se observan en el **Anexo 3**.



**Figura 3.-** Determinación de la actividad antioxidante mediante el método DPPH  
**Fuente:** Brand-Williams et al (1995) modificado por Thaipong et al. (2006)

### 3.5.3. Método del ácido 2,2'-azinobis (3- etilbenzotiazolín)-6- sulfónico (ABTS•+)

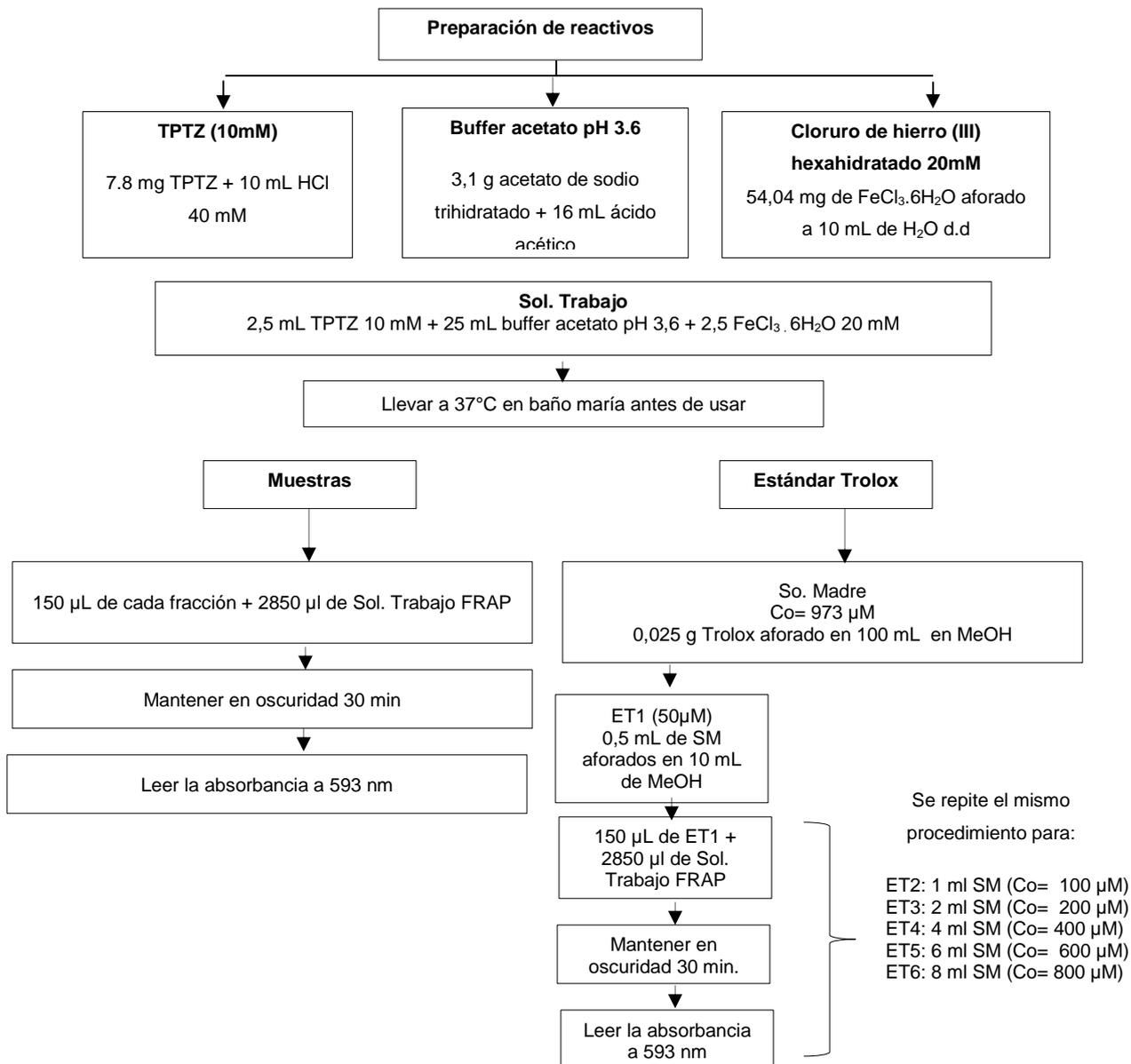
El método usado se detalla en la **Figura 4** y fue descrito por Arnao et al. (2001) con algunas modificaciones detalladas por Thaipong et al. (2006). El resultado se expresa como la sumatoria de las tres fracciones en  $\mu\text{mol}$  equivalentes de Trolox por cada gramo de muestra. En el **Anexo 4** se muestran los cálculos correspondientes.



**Figura 4.-** Determinación de la actividad antioxidante mediante el método ABTS.  
**Fuente:** Arnao et al., (2001) con algunas modificaciones detalladas por Thaipong et al., (2006).

### 3.5.4. Poder antioxidante reductor del hierro (FRAP)

Se utilizó en el método descrito por Benzie et al. (1996) con modificaciones de Thaipong et al. (2006). Los resultados se expresan como la sumatoria de las tres fracciones en  $\mu\text{mol}$  equivalentes de Trolox por cada gramo de muestra. El procedimiento se describe en la **Figura 5** y los cálculos se muestran en el **Anexo 5**.



**Figura 5.-** Determinación de la actividad antioxidante mediante el método FRAP.  
Fuente: Benzie et al. (1996) con modificaciones de Thaipong et al. (2006)

### 3.6. Diseño experimental

El análisis estadístico y la comparación de medias de las muestras por triplicado, se realizó utilizando el paquete estadístico MiniTab 16. Los datos recogidos de la actividad antioxidantes fueron analizados mediante la varianza con la el subproducto como factor unidireccional. La prueba de Tukey se aplicará para las comparaciones de la actividad antioxidante en la muestra fresca y deshidratada; las diferencias se consideraron significativas con  $p > 0,05$ . Los resultados se muestran en el **Anexo 7**.

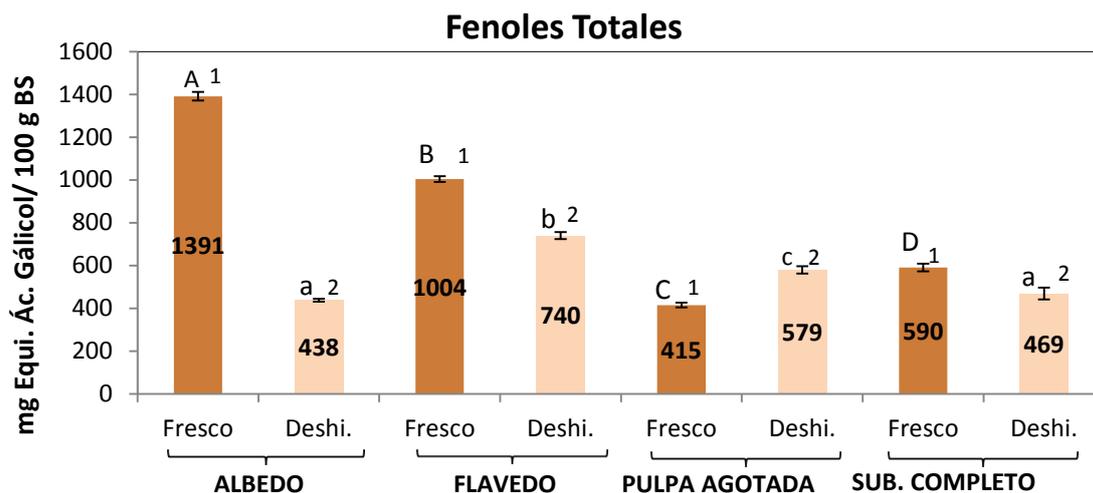
## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1. Fenoles totales

En la **Gráfica 1** se presenta el contenido de fenoles totales de los subproductos de naranja frescos y deshidratados; se puede observar que en los subproductos frescos el albedo contiene la mayor cantidad de fenoles totales (1391 mg Eq. AG/100 g BS), seguido por flavedo y pulpa agotada; y en los subproductos deshidratados el flavedo contiene la mayor cantidad de fenoles totales (740 mg Eq. AG/100 g BS).

Proteggente et al. (2002) analizó el contenido de fenoles totales en pulpa agotada de naranja encontrando un resultado de  $126 \pm 6$  mg EAG/100g BF, si comparamos este valor con el obtenido en la presente investigación de 199 mg Eq. AG/100 g BF, se aprecia un valor similar. Ghasemi et al. (2009) indica que el contenido de fenoles totales en la cáscara (albedo y flavedo) de los cítricos es significativamente mayor que sus tejidos (pulpa agotada), observando esta misma relación entre la cáscara de naranja correspondiente a la suma del albedo y flavedo (589 mg Eq. AG/100 g BS) y la pulpa agotada (415 mg Eq. AG/100 g BS). De acuerdo a la clasificación realizada por Ramful, et al. (2011) según el contenido de fenoles totales, todas las muestras analizadas se encuentran en una categoría alta ( $>95$  mg Eq. AG /100g BF).

En relación a otros subproductos cítricos como la cáscara de toronja (22200 mg Eq. AG/100g extracto BS) reportado por Ghasemi, et al. (2009) y la cáscara de limón (12400 mg Eq. AG/100g extracto BS) estudiada por Guimaraes et al. (2010), la cáscara de naranja (albedo y flavedo) presenta menor contenido de fenoles totales y en relación con algunos subproductos considerados fuente de antioxidantes Aaby et al. (2005) estudió el subproducto completo de fresa (584 mg Eq. AG/100g BF) el cual posee mayor actividad antioxidante que el subproducto de naranja (105 mg Eq. AG/100g BF).

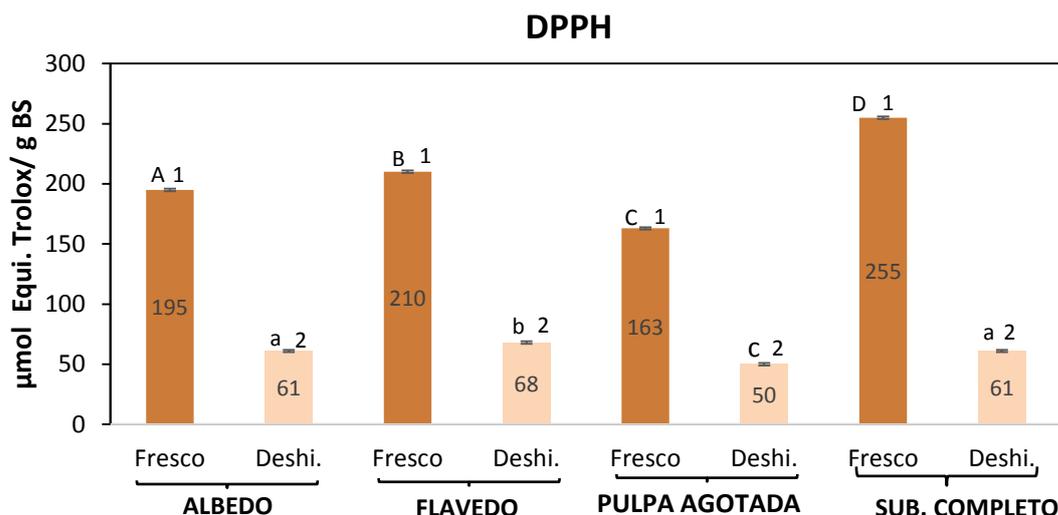


**Gráfica 1:** Concentración de fenoles totales en subproductos de naranja. Letras mayúsculas diferentes muestran diferencia significativa entre muestras frescas, letras minúsculas diferentes muestran diferencia para las muestras deshidratadas y números diferentes muestran diferencia significativa entre muestra fresca y deshidratada de cada muestra analizada.

La deshidratación de los subproductos provocó la disminución de la concentración de fenoles totales en 69%, 26% y 20% en albedo, flavedo y subproducto completo respectivamente; esta disminución también fue reportada por Wojdyło, et al. (2009) quien estudió la diferencia de la actividad antioxidante en muestras frescas y deshidratadas de fresas observando el mismo efecto. En cambio en la pulpa agotada se evidenció un aumento en la concentración de 29%. Garau et al. (2007) indica que en la pulpa a diferencia de la cáscara de naranja existen compuestos resistentes al efecto de la temperatura sobre la actividad antioxidante.

#### 4.2. Método de captación del radical 2,2- difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH)

En la **Gráfica 2** se presenta los resultados de DPPH, se puede apreciar que el subproducto completo y flavedo frescos presentan la mayor actividad antioxidante con valores de 255 y 210  $\mu\text{mol EQ Trolox/ g BS}$  respectivamente. En las muestras deshidratadas el flavedo presenta el mayor contenido de antioxidantes con un valor de 68  $\mu\text{mol EQ Trolox/ g BS}$ . No existe diferencia entre el albedo y subproducto completo deshidratados.

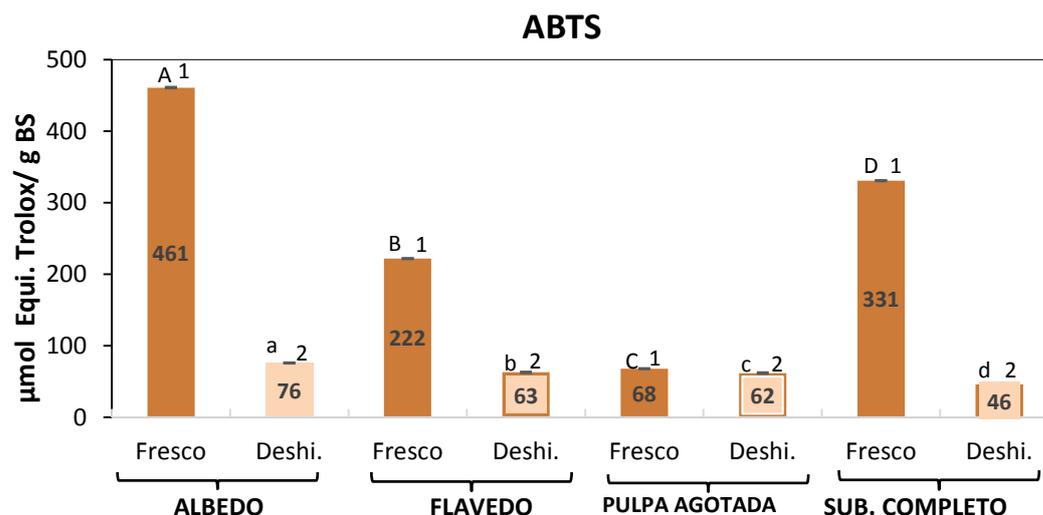


**Gráfica 2.-**Actividad antioxidante DPPH en subproductos de naranja. Letras mayúsculas diferentes muestran diferencia significativa entre muestras frescas, letras minúsculas diferentes muestran diferencia para las muestras deshidratadas y números diferentes muestran diferencia significativa entre muestra fresca y deshidratada para cada muestra analizada.

La deshidratación causó aproximadamente una pérdida del 70% de la actividad antioxidante en todas las muestras analizadas, observándose una mayor disminución en el subproducto completo, estos resultados coinciden con los reportados por Garau et al. (2007) en la deshidratación de cítricos y por Wojdyło, et al. (2009), quien estudió en fresas la diferencia de la actividad antioxidante en muestras frescas y deshidratadas observando el mismo efecto. Vega-Gálvez, et al. (2009) en su investigación en pimientos rojos indica que puede existir una pérdida de la actividad antioxidante de hasta el 98% a temperaturas de 50 a 70°C.

#### 4.3. Método del ácido 2,2'-azinobis (3- etilbenzotiazolín)-6- sulfónico) (ABTS•+)

En la **Gráfica 3** se observa la actividad antioxidante para subproductos de naranja, se muestra que el subproducto fresco con mayor actividad antioxidante es el albedo (461µmol EQ Trolox/ g BS) seguido por flavedo y la pulpa agotada; y se muestra la misma tendencia en los subproductos deshidratados (76, 63 y 62 µmol EQ Trolox/ g BS en albedo, flavedo y pulpa agotada).



Gráfica 3.- Actividad antioxidante ABTS en subproductos de naranja. Letras mayúsculas diferentes muestran diferencia significativa entre muestras frescas, letras minúsculas diferentes muestran diferencia para las muestras deshidratadas y números diferentes muestran diferencia significativa entre muestra fresca y deshidratada para cada muestra analizada.

Proteggente et al. (2002) y Ramful, et al. (2011) analizaron pulpa agotada de naranja obteniendo resultados de 8,49 y 6,44  $\mu\text{mol EQ Trolox/ g BF}$  respectivamente; estos valores son menores al alcanzado en pulpa agotada de 22  $\mu\text{mol EQ Trolox/ g BF}$ , cabe indicar que la extracción realizada en esta investigación incluye la extracción de polifenoles extraíbles, taninos condensados e hidrolizables.

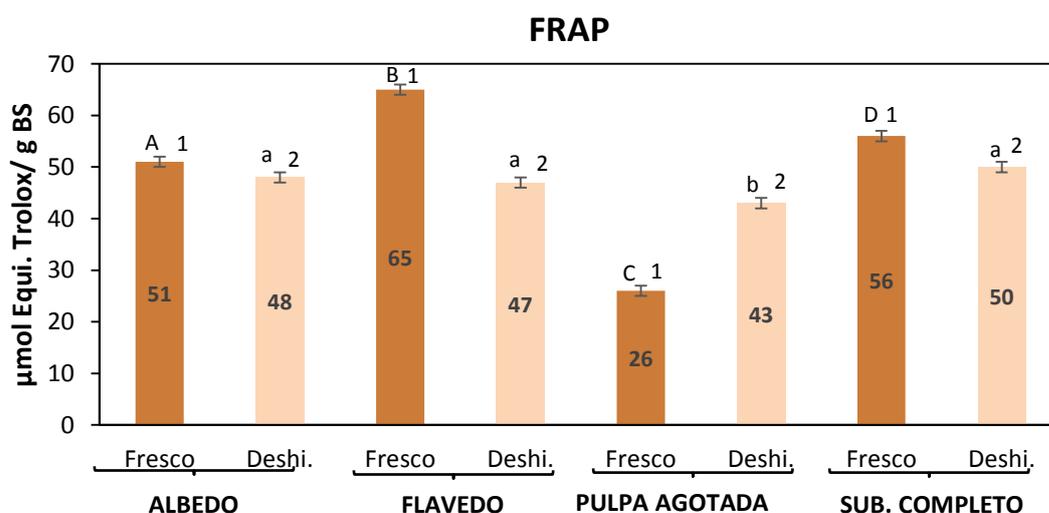
En relación con otros subproductos cítricos se tiene que lo encontrado en pulpa de naranja agotada (22  $\mu\text{mol EQ Trolox/ g BF}$ ) es mayor a lo reportado por Ramful, et al. (2011) en pulpa de mandarina (4,74  $\mu\text{mol EQ Trolox/ g BF}$ ) y limón (3,84  $\mu\text{mol EQ Trolox/ g BF}$ ).

Rufino, et al. (2010) estudió la pulpa de dos variedades de manzana: 1250 y 249  $\mu\text{mol EQ Trolox/ g BS}$  en variedad de acerola y anacardo; estos valores son mayores a lo encontrado en pulpa de naranja (61  $\mu\text{mol EQ Trolox/ g BS}$ ).

La deshidratación al igual que en las metodologías anteriores, causó una disminución de la actividad antioxidante de las muestras analizadas del 84, 70, 9 y 20% en albedo, flavedo, pulpa y subproducto completo respectivamente; como lo explica Wojdyło, et al. (2009) menciona que ciertos compuestos pueden degradarse por acción de la temperatura y la oxidación y por ende verse disminuida la actividad antioxidante.

#### 4.4. Poder antioxidante reductor del hierro (FRAP)

El potencial antioxidante de los subproductos de naranja se estimó a partir de su capacidad para reducir el hierro férrico a ferroso. En la **Gráfica 4** se puede observar que el subproducto fresco más rico en antioxidantes es el flavedo (65  $\mu\text{mol EQ Trolox/ g BS}$ ) seguido por el albedo y pulpa agotada; y la muestras deshidratadas con más antioxidantes es el albedo y flavedo (48  $\mu\text{mol Trolox/ g BS}$ ) seguido por la pulpa agotada. El subproducto completo de naranja presenta una diferencia significativa en la actividad antioxidante entre la muestra fresca y deshidratada.



**Gráfica 4.-** Actividad antioxidante FRAP en subproductos de naranja. Letras mayúsculas diferentes muestran diferencia significativa entre muestras frescas, letras minúsculas diferentes muestran diferencia para las muestras deshidratadas y números diferentes muestran diferencia significativa entre muestra fresca y deshidratada para cada muestra analizada.

Al comparar los resultados con otras investigaciones; Ramful, et al. (2011) y Protegente et al (2002) analizaron la actividad antioxidante de la pulpa agotada correspondiente a 6,84 y 12  $\mu\text{mol Trolox/ g BF}$ ; estos valores son menores al resultado obtenido en pulpa de naranja 23  $\mu\text{mol Trolox/ g BF}$ . Aaby et al. (2005) estudió la actividad antioxidante de la pulpa, corteza y un subproducto de fresa mediante el poder reductor del hierro sus resultados fueron: 25, 474 y 52  $\mu\text{mol Trolox/ g BS}$  respectivamente; observando que al igual que en naranja, la corteza y el subproducto completo presentan mayor actividad antioxidante que la pulpa agotada.

Comparando los resultados con otros subproductos Chaovanalikit & Wrolstad (2004) analizaron la actividad antioxidante en corteza de cereza (21  $\mu\text{mol Trolox/ g BF}$ ) y Rufino, et al. (2010) estudió la pulpa de dos variedades de manzana (acerola y

anacardo 1655 y 301  $\mu\text{mol Trolox/ g BF}$  respectivamente); se puede apreciar que la corteza y la pulpa agotada de naranja es menos rica en antioxidantes que la cereza y las variedades de manzana.

La pulpa es el único subproducto que aumento el contenido de antioxidantes tras el proceso de deshidratación en un 40%, este aumento podría verse explicado por los diferentes compuestos presentes en cada uno de los subproductos analizados, mismos que podrían presentar resistencia frente a la temperatura de deshidratación provocando cambios en el rendimiento de la extracción (Wojdyło et al., 2009); mientras que en el albedo, flavedo y subproducto total se observa una disminución de 6, 31 y 11% respectivamente, debido a que la ausencia de agua causa adherencia de los compuestos entre sí, dificultando la extracción de antioxidantes según lo explicado por Garau et al. (2007).

## CONCLUSIONES

- Los subproductos de naranja albedo, flavedo, pulpa agotada y subproducto completo se pueden considerar como fuente de antioxidantes.
- El albedo fresco y flavedo deshidratado presentaron la mayor cantidad de fenoles totales entre los subproductos analizados.
- El efecto de la deshidratación produjo una disminución promedio de la actividad antioxidante en fenoles totales siendo esta mayor en albedo 69% y menor en subproducto completo 20%, observando un aumento en pulpa agotada del 29%, DPPH observando una mayor disminución en subproducto completo 76% y menor en pulpa 63%, ABTS provocó una mayor disminución en albedo 84% y en menor porcentaje en pulpa agotada 9% y se reportó una mayor disminución de la actividad antioxidante en flavedo 31% y disminuyó en menor porcentaje en albedo cuando la actividad antioxidante fue cuantificada pro el poder reductor del hierro.
- La pulpa agotada de naranja no sufrió cambios tras el proceso de deshidratación en la actividad antioxidante usando cuando se cuantificó la actividad antioxidante mediante ABTS y aumentó su concentración en fenoles totales y FRAP.
- El subproducto completo deshidratado presenta un buen rendimiento en el porcentaje de la actividad antioxidante cuantificada este ser usado como fuente de sustancias nutricionales sin ser necesario separar el subproducto en albedo, flavedo y pulpa agotada.

## RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones se recomienda expresar la actividad antioxidante medida por la captación del radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) como los gramos de muestra necesarios para inhibir en 50% de un gramo de DPPH (IC50) para facilitar la comparación con la bibliografía.
- Realizar un análisis cromatográfico de los tres subproductos de naranja: albedo, flavedo y pulpa agotada para identificar los compuestos presentes en cada uno de ellos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aaby, K., Skrede, G., & Wrolstad, R. (2005). Phenolic composition and antioxidant activities in flesh and achenes of strawberries (*Fragaria ananassa*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4032-4040.
- Arnao, M. B., Cano, A., & Acosta, M. (2001). The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food chemistry*, 73(2), 239-244.
- Avello, M., & Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepción)*(494), 161-172.
- Ayala-Zavala, J., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodríguez, J., Siddiqui, M. W., & González-Aguilar, G. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*, 44(7), 1866-1874.
- Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food chemistry*, 99(1), 191-203.
- Benzie, I., & Strain, J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Bocco, A., Cuvelier, M.-E., Richard, H., & Berset, C. (1998). Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(6), 2123-2129.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Chaovanalikit, A., & Wrolstad, R. (2004). Total anthocyanins and total phenolics of fresh and processed cherries and their antioxidant properties. *Journal of food science*, 69(1), FCT67-FCT72.
- Chau, C.-F., & Huang, Y.-L. (2003). Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. Cv. Liucheng. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(9), 2615-2618.
- FAO. (2012). Frutos cítricos - estadísticas anuales 2012. Retrieved 12/01/2015, 2015, from <http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/citricos/es/>
- Fernández-López, J., Sendra-Nadal, E., Navarro, C., Sayas, E., Viuda-Martos, M., & Álvarez, J. A. P. (2009). Storage stability of a high dietary fibre powder from orange by-products. *International journal of food science & technology*, 44(4), 748-756.

- Galaverna, G., Di Silvestro, G., Cassano, A., Sforza, S., Dossena, A., Drioli, E., & Marchelli, R. (2008). A new integrated membrane process for the production of concentrated blood orange juice: Effect on bioactive compounds and antioxidant activity. *Food chemistry*, 106(3), 1021-1030.
- Garau, M., Simal, S., Rossello, C., & Femenia, A. (2007). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. Canoneta) by-products. *Food Chemistry*, 104(3), 1014-1024.
- Ghasemi, K., Ghasemi, Y., & Ebrahimzadeh, M. (2009). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. *Pak J Pharm Sci*, 22(3), 277-281.
- Gil-Loyzaga, E. (2008). *Cultivo de células animales y humanas. Aplicaciones en medicina regenerativa*. (E. V. Libros. Ed.). Madrid.
- González, J., Muñiz, P., & Valls, V. (2001). Actividad antioxidante. *Centro de Informacion: cerveza y salud*, Octubre.
- Gorinstein, S., Martín-Belloso, O., Park, Y.-S., Haruenkit, R., Lojek, A., Číž, M., & Trakhtenberg, S. (2001). Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food chemistry*, 74(3), 309-315.
- Gorinstein, S., Martín-Belloso, O., Lojek, A., Číž, M., Soliva-Fortuny, R., Park, Y. S., & Trakhtenberg, S. (2002). Comparative content of some phytochemicals in Spanish apples, peaches and pears. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(10), 1166-1170.
- Guimarães, R., Barros, L., Barreira, J., Sousa, M., Carvalho, A., & Ferreira, I. (2010). Targeting excessive free radicals with peels and juices of citrus fruits: grapefruit, lemon, lime and orange. *Food and Chemical Toxicology*, 48(1), 99-106.
- Halliwell, B. (2005). *Free radicals and other reactive species in disease*: Wiley Online Library.
- Handabaka, K. V., & Vásquez, G. P. (2001). Aprovechamiento de subproductos de la industrialización de cítricos.
- Hang, Y. D. (1987). Production of fuels and chemicals from apple pomace. *Food Technol; (United States)*, 41(3).
- Helyes, L., & Lugasi, A. (2006). Formation of certain compounds having technological and nutritional importance in tomato fruits during maturation. *Acta alimentaria*, 35(2), 183-193.

- Hertog, M. G., Feskens, E. J., Kromhout, D., Hertog, M., Hollman, P., Hertog, M., & Katan, M. (1993). Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *The Lancet*, 342(8878), 1007-1011.
- INEC. (2012). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2012. from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/PRESENTACION-Espac.pdf>
- Lodish, H., Berk, S., Matsudaira, M., Kaiser, L., Krieger, K., Scott, M., & Darnell, P. (2005). *Biología Celular y molecular* (Panamericana Ed. Quinta ed.). Argentina.
- Mandalari, G., Bennett, R., Bisignano, G., Trombetta, D., Saija, A., Faulds, C., & Narbad, A. (2007). Antimicrobial activity of flavonoids extracted from bergamot (Citrus bergamia Risso) peel, a byproduct of the essential oil industry. *Journal of Applied Microbiology*, 103(6), 2056-2064.
- Martinez, J. (2007). *Evaluación de la actividad antioxidante de extractos orgánicos de semillas de heliocarpus terebinthinaceus*. (Ingeniero en alimentos), Universidad Tecnológica de la Mixteca, México.
- Miean, K. H., & Mohamed, S. (2001). Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(6), 3106-3112.
- Pérez-Jiménez, J., & Saura-Calixto, F. (2007). *Metodología para la evaluación de capacidad antioxidante en frutas y hortalizas*. Paper presented at the V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones.
- Pérez-Jiménez, J., & Torres, J. L. (2011). Analysis of nonextractable phenolic compounds in foods: the current state of the art. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(24), 12713-12724.
- PROECUADOR, I. d. p. d. e. e. i. (2012). Análisis sectorial de frutas no tradicionales. from [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/11/PROEC\\_AS2012\\_FRUTAS.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/11/PROEC_AS2012_FRUTAS.pdf)
- Proteggente, A., Pannala, A., Paganga, G., Buren, L., Wagner, E., Wiseman, S., & Rice-Evans, C. (2002). The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free radical research*, 36(2), 217-233.
- Ramful, D., Tarnus, E., Aruoma, O., Bourdon, E., & Bahorun, T. (2011). Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. *Food Research International*, 44(7), 2088-2099.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9), 1231-1237.

- Ros, J. M., Schols, H. A., & Voragen, A. G. (1996). Extraction, characterisation, and enzymatic degradation of lemon peel pectins. *Carbohydrate Research*, 282(2), 271-284.
- Rufino, M., Pérez-Jiménez, J., Tabernero, M., Alves, R., De Brito, E., & Saura-Calixto, F. (2010). Acerola and cashew apple as sources of antioxidants and dietary fibre. *International journal of food science & technology*, 45(11), 2227-2233.
- Swain, T., & Hillis, W. (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10(1), 63-68.
- Tehranifar, A., Selahvarzi, Y., Kharrazi, M., & Bakhsh, V.-J. (2011). High potential of agro-industrial by-products of pomegranate (*Punica granatum* L.) as the powerful antifungal and antioxidant substances. *Industrial Crops and Products*, 34(3), 1523-1527.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & D., H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of food composition and analysis*, 19(6), 669-675.
- Ugartondo, V. (2009). *Caracterización de derivados polifenólicos obtenidos de fuentes naturales. Citotoxicidad y capacidad antioxidante frente a estrés oxidativo en modelos celulares*. Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Vega-Gálvez, A., Di Scala, K., Rodríguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J., & Perez-Won, M. (2009). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian). *Food Chemistry*, 117(4), 647-653.
- Wojdyło, A., Figiel, A., & Oszmiański, J. (2009). Effect of drying methods with the application of vacuum microwaves on the bioactive compounds, color, and antioxidant activity of strawberry fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(4), 1337-1343.

## **ANEXOS**

### Anexo 1.- Determinación de humedad

Muestra	PesoCap (g)	Cap+m (g)	P1 (g)	P2 (g)	P3 (g)	Pmseca (g)	Pmhumeda (g)	HUMEDAD %	Promedio %	Solidos totales %
<b>Albedo fresco1</b>	125,0445	127,059	125,689	125,666	125,664	0,6195	2,0145	69,25	69,65	30,35
<b>Albedo fresco2</b>	115,5188	117,523	116,124	116,12	116,119	0,6002	2,0046	70,06		
<b>Flavedo fresco1</b>	90,031	92,033	90,598	90,57	90,567	0,536	2,002	73,23	72,45	27,55
<b>Flavedo fresco2</b>	84,856	86,843	85,427	85,42	85,419	0,563	1,987	71,67		
<b>Pulpa fresca1</b>	90,025	92,04	90,757	90,731	90,728	0,703	2,015	65,11	64,72	35,28
<b>Pulpa fresca2</b>	84,854	86,833	85,588	85,563	85,56	0,706	1,979	64,33		
<b>Subpr. Completo fresco1</b>	31,015	33,015	32,118	31,695	31,457	0,442	2	77,9	77,92	22,08
<b>Subpr. Completo fresco2</b>	23,379	26,416	25,354	24,725	24,049	0,67	3,037	77,94		
<b>Albedo desh1</b>	91,479	93,409	93,406	93,399	93,397	1,918	1,93	0,62	0,62	99,38
<b>Albedo desh2</b>	115,518	117,434	117,42	117,423	117,422	1,904	1,916	0,63		
<b>Flavedo desh1</b>	90,026	92,046	92,059	92,047	92,045	2,019	2,02	0,05	0,05	99,95
<b>Flavedo desh2</b>	125,041	127,024	127,029	127,025	127,023	1,982	1,983	0,050		
<b>Pulpa desh1</b>	74,626	76,605	76,593	76,581	76,577	1,951	1,979	1,41	1,34	98,66
<b>Pulpa desh2</b>	94,636	96,523	96,505	96,502	96,499	1,863	1,887	1,27		
<b>Subp. completo desh1</b>	31,01	33,035	33,029	33,022	33,018	2,008	2,025	0,84	0,81	99,19
<b>Subp. completo desh2</b>	23,379	25,304	25,297	25,29	25,289	1,91	1,925	0,78		

**Peso Cap**= Peso de la cápsula vacía

**P2**= Segundo peso tras dos horas de deshidratación

**Cap+m** = Peso de la cápsula y la muestra

**P3**= Tercer peso tras tres horas de deshidratación

**P1**= Primer peso tras una hora de deshidratación

**pmseco**= Peso de la muestra seca

**pmhumeda**= peso de la muestra húmeda

**Anexo 2.- Datos de la determinación de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu**

**Muestras fresca**

**Polifenoles extraíbles. (Fracción 1)**

	<b>Abs.</b>	<b>Co (mg EAG/ml)</b>	<b>x2(mg EAG)</b>	<b>x3 (mg EAG/0,5g)</b>	<b>Cf (mg EAG/100g)</b>	<b>Resultado (mg EAG/100g BS)</b>	<b>PROM. (mg EAG/100g BS)</b>	<b>DES V</b>	<b>Coef. var</b>
Albedo1	0,287	0,05	0,007	1,85	370	1218	1210	15	1
Albedo2	0,286	0,04	0,007	1,81	362	1193			
Albedo3	0,287	0,05	0,007	1,85	370	1218			
Flavedo1	0,266	0,03	0,0034	1,04	208	755	746	16	2
Flavedo2	0,265	0,03	0,004	1,00	200	727			
Flavedo3	0,266	0,03	0,004	1,04	208	755			
Pulpa1	0,25	0,01	0,002	0,42	85	241	248	13	5
Pulpa2	0,25	0,01	0,002	0,42	85	241			
Pulpa3	0,251	0,01	0,002	0,46	93	262			
<b>Subproducto completo1</b>	0,251	0,01	0,002	0,46	93	419	442	20	5
<b>Subproducto completo2</b>	0,252	0,01	0,002	0,50	100	454			
<b>Subproducto completo3</b>	0,252	0,01	0,002	0,50	100	454			

**Taninos hidrolizables (Fracción 2)**

	Abs.	Co (mg Eq. AG/ml)	x2 (mg Eq. AG)	X3 (mg Eq. AG/0,5g)	Cf (mg Eq. AG/100g)	Resultado (mg Eq. AG/100g BS)	PROM (mg Eq. AG/100g BS)	DESV	Coef Var
Albedo1	0,249	0,01	0,001	0,21	42	140	144	8	6
Albedo2	0,249	0,01	0,001	0,21	42	140			
Albedo3	0,25	0,01	0,002	0,23	47	154			
Flavedo1	0,249	0,01	0,001	0,21	42	154	165	9	5
Flavedo2	0,25	0,01	0,002	0,23	47	169			
Flavedo3	0,25	0,01	0,002	0,23	47	169			
Pulpa1	0,249	0,01	0,001	0,21	42	120	124	7	6
Pulpa2	0,25	0,01	0,002	0,23	47	132			
Pulpa3	0,249	0,01	0,001	0,21	42	120			
<b>Subproducto completo1</b>	0,247	0,008	0,001	0,17	34	154	147	11	8
<b>Subproducto completo2</b>	0,246	0,007	0,001	0,15	30	135			
<b>Subproducto completo3</b>	0,247	0,007	0,001	0,17	34	154			

### Taninos condensados (Fracción 3)

	Abs.	Co (mg Eq. AG/ml)	x2 (mg Eq. AG)	x3 (mg Eq. AG/0,5g)	Cf (mg Eq. AG/100g)	Resultado (mg Eq. AG/100g BS)	PROM (mg Eq. AG/100g BS)	DESV	COEF.VAR
<b>Albedo1</b>	0,25	0,011	0,002	0,05	11	35	37	2	5
<b>Albedo2</b>	0,251	0,012	0,002	0,06	12	38			
<b>Albedo3</b>	0,251	0,012	0,002	0,06	12	38			
<b>Flavedo1</b>	0,267	0,027	0,004	0,13	27	98	94	3	4
<b>Flavedo2</b>	0,266	0,026	0,004	0,13	26	94			
<b>Flavedo3</b>	0,265	0,025	0,004	0,13	25	91			
<b>Pulpa1</b>	0,254	0,014	0,002	0,07	14	41	43	3	7
<b>Pulpa2</b>	0,256	0,016	0,002	0,08	16	46			
<b>Pulpa3</b>	0,254	0,014	0,002	0,07	14	41			
<b>Subproducto completo1</b>	0,238	-0,001	-0,0001	-0,005	-1	-4	1	7	
<b>Subproducto completo2</b>	0,241	0,002	0,0003	0,01	2	9			
<b>Subproducto completo3</b>	0,239	0	0	0	0	0			

**Muestra deshidratada**

**Polifenoles extraíbles (Fracción 1)**

	<b>Abs.</b>	<b>Co (mg Eq. AG/ml)</b>	<b>x1 (mg Eq. AG)</b>	<b>x2 (mg Eq. AG/0,5g)</b>	<b>Cf (mg Eq. AG/100g)</b>	<b>PROMEDIO (mg Eq. AG/100g)</b>	<b>DESV.</b>	<b>COEF.VAR</b>
<b>Albedo1</b>	0,272	0,03	0,005	1,27	254,21	259	4	2
<b>Albedo2</b>	0,273	0,03	0,005	1,31	261,91			
<b>Albedo3</b>	0,273	0,03	0,005	1,31	261,91			
<b>Flavedo1</b>	0,307	0,07	0,01	2,62	523,64	521	19	4
<b>Flavedo2</b>	0,309	0,07	0,01	2,70	539,03			
<b>Flavedo3</b>	0,304	0,06	0,009	2,50	500,55			
<b>Pulpa1</b>	0,288	0,05	0,007	1,89	377,38	370	13	4
<b>Pulpa2</b>	0,288	0,05	0,007	1,89	377,38			
<b>Pulpa3</b>	0,285	0,04	0,007	1,77	354,29			
<b>Sub. completo1</b>	0,285	0,04	0,006	1,77	354,29	329	24	7
<b>Sub. Completo2</b>	0,279	0,04	0,006	1,54	308,10			
<b>Sub. Completo3</b>	0,281	0,04	0,006	1,62	323,50			

**Taninos hidrolizables (Fracción 2)**

	<b>Abs</b>	<b>Co (mg Eq. AG/ml)</b>	<b>x1 (mg Eq. AG)</b>	<b>x2 (mg Eq. AG/0,5g)</b>	<b>Cf (mg Eq. AG/100g)</b>	<b>PROM (mg Eq. AG/100g)</b>	<b>DESV</b>	<b>COEF.VAR</b>
<b>Albedo1</b>	0,279	0,039	0,006	0,85	169,45	171	2	1
<b>Albedo2</b>	0,279	0,039	0,006	0,85	169,45			
<b>Albedo3</b>	0,28	0,040	0,006	0,87	173,69			
<b>Flavedo1</b>	0,279	0,039	0,006	0,85	169,45	171	2	1
<b>Flavedo2</b>	0,279	0,039	0,006	0,85	169,45			
<b>Flavedo3</b>	0,28	0,040	0,006	0,87	173,69			
<b>Pulpa1</b>	0,274	0,034	0,005	0,74	148,29	140	8	6
<b>Pulpa2</b>	0,27	0,030	0,004	0,66	131,35			
<b>Pulpa3</b>	0,272	0,032	0,005	0,70	139,82			
<b>Sub. completo1</b>	0,26	0,020	0,003	0,45	89,01	89	4	0,05
<b>Sub. Completo2</b>	0,259	0,019	0,003	0,42	84,78			
<b>Sub. Completo3</b>	0,261	0,021	0,003	0,47	93,25			

**Taninos condensados (Fracción 3)**

	Abs	Co (mg Eq. AG/ml)	x1 (mg Eq. AG)	x2 (mg Eq. AG/0,5g)	Cf (mg Eq. AG/100g)	PROM (mg Eq. AG/100g)	DESV.	COEF.VAR
<b>Albedo1</b>	0,247	0,008	0,001	0,04	7,72	8	1	7
<b>Albedo2</b>	0,248	0,009	0,001	0,04	8,68			
<b>Albedo3</b>	0,248	0,009	0,001	0,04	8,68			
<b>Flavedo1</b>	0,287	0,05	0,007	0,23	46,21	48	2	4
<b>Flavedo2</b>	0,29	0,05	0,007	0,25	49,10			
<b>Flavedo3</b>	0,291	0,05	0,008	0,25	50,06			
<b>Pulpa1</b>	0,314	0,07	0,011	0,36	72,19	71	2	3
<b>Pulpa2</b>	0,311	0,07	0,010	0,35	69,30			
<b>Pulpa3</b>				0				
<b>Sub. completo1</b>	0,295	0,05	0,008	0,27	53,91	52	2	0,05
<b>Sub. Completo2</b>	0,29	0,05	0,007	0,25	49,10			
<b>Sub. Completo3</b>	0,293	0,05	0,008	0,26	51,98			

### Curva de calibración de ácido gálico (fenoles totales)

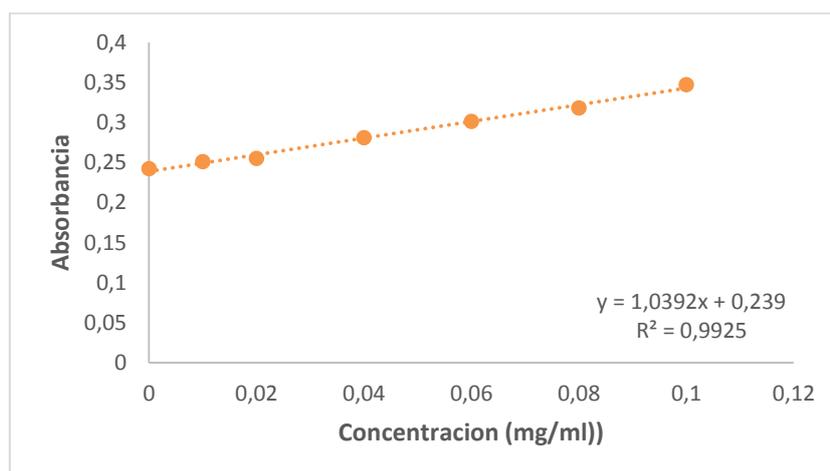
Estándar	Alícuota (μL)	Aforo (mL)	Concentración (μM)	Absorbancia
ET1	0	10	0	0,242
ET2	50	9.95	50	0,251
ET3	100	9.9	100	0,255
ET4	200	9.8	200	0,281
ET5	300	9.7	300	0,301
ET6	400	9.6	400	0,318
ET7	500	9.5	500	0,347

**Pendiente**

1,039249147

**Intersección**

0,238976109



## Ejemplo de cálculo fenoles totales (Folin Ciocalteu) de las muestras

### Albedo

#### Fraccion1. Muestra fresca

**Pendiente**                      **Intersección**

1,039249147                      0,238976109

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,289 - 0,238976109}{1,039249147} = 0,05mg/ml$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000\mu l}{150\mu l} \quad x1 = 0,007mg$$

$$\frac{x1}{x2} = \frac{150\mu l}{40000\mu l} \quad x2 = 1,85mg$$

$$\frac{x2}{x3} = \frac{0,5gM}{100gM} \quad x3 = 370mg/100g$$

$$\frac{x3}{Cf} = \frac{30,34\%ST}{100\%ST} \quad Cf = 1218mg/100gBS$$

#### Fraccion1. Muestra deshidratada

**Pendiente**                      **Intersección**

1,039249147                      0,238976109

$$Abs = Pendiente(Co) + Instersección$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,272 - 0,238976109}{1,039249147} = 0,03mg/ml$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000\mu l}{150\mu l} \quad x1 = 0,005mg$$

$$\frac{x1}{x2} = \frac{150\mu l}{40000\mu l} \quad x2 = 1,27mg$$

$$\frac{x2}{Cf} = \frac{0,5gM}{100gM} \quad Cf = 254,21mg/100gBS$$

## Fraccion2. Muestra fresca

**Pendiente**                      **Intersección**

1,039249147                      0,238976109

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,249 - 0,238976109}{1,039249147} = 0,004mg/ml$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000\mu l}{150\mu l} \quad x1 = 0,001mg$$

$$\frac{x1}{x2} = \frac{150\mu l}{20000\mu l} \quad x2 = 0,21mg$$

$$\frac{x2}{x3} = \frac{0,5gM}{100g M} \quad x3 = 42mg/1000g$$

$$\frac{x3}{Cf} = \frac{30,34\% ST}{100\% ST} \quad Cf = 140mg/100g BS$$

## Fraccion2. Muestra deshidratada

**Pendiente**                      **Inserción**

1,039249147                      0,238976109

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,279 - 0,238976109}{1,039249147} = 0,039mg/ml$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000\mu l}{150\mu l} \quad x1 = 0,006mg$$

$$\frac{x1}{x2} = \frac{150\mu l}{20000\mu l} \quad x2 = 0,85mg$$

$$\frac{x2}{Cf} = \frac{0,5gM}{100g M} \quad Cf = 169,45mg/100g$$

### Fraccion3. Muestra fresca

Pendiente	Inserción
1,039249147	0,238976109

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs-Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,250-0,238976109}{1,039249147} = 0,011mg/ml$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000\mu l}{150\mu l} \quad x1 = 0,002mg$$

$$\frac{x1}{x2} = \frac{150\mu l}{2000\mu l} \quad x2 = 0,05mg$$

$$\frac{x2}{x3} = \frac{0,5gM}{100g M} \quad x3 = 11mg/1000g$$

$$\frac{Co3}{x4} = \frac{30,34\% ST}{100\%ST} \quad Cf = 35mg/100g BS$$

### Fraccion2. Muestra deshidratada

Pendiente	Intersección
1,039249147	0,238976109

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs-Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,279-0,238976109}{1,039249147} = 0,008mg/ml$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000\mu l}{150\mu l} \quad x1 = 0,001mg$$

$$\frac{x1}{x2} = \frac{150\mu l}{2000\mu l} \quad x2 = 0,04mg$$

$$\frac{x2}{Cf} = \frac{0,5gM}{100g M} \quad Cf = 7,72mg/100g BS$$

**Combinación de tres fracciones en muestra fresca y deshidratada**

	Muestra fresca			TOTAL	Muestra deshidratada			TOTAL
	Fracción 1	Fracción 2	Fracción 3		Fracción 1	Fracción 2	Fracción 3	
<b>Albedo</b>	1210	144	37	1391	259	171	8	438
<b>Flavedo</b>	746	165	94	1004	521	171	48	740
<b>Pulpa agotada</b>	248	124	43	415	370	140	71	579
<b>Subproducto completo</b>	442	147	1	590	329	89	52	469

### Anexo 3.-Cuantificación de la actividad antioxidante (DPPH)

#### Muestra fresca

#### Polifenoles extraíbles (Fracción 1)

	Abs	Co ( $\mu\text{mol Eq Trolox/l}$ )	x1 ( $\mu\text{mol Eq Trolox/0,5g}$ )	x2 ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g}$ )	Cf ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g BS}$ )	PROM ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g BS}$ )	DESV	Coef var
<b>Albedo1</b>	0,708	270,82	10,83	21,67	71,40	72	0,7	1
<b>Albedo2</b>	0,706	273,06	10,92	21,84	71,99			
<b>Albedo3</b>	0,703	276,42	11,06	22,11	72,87			
<b>Flavedo1</b>	0,682	299,94	12,00	24,00	87,09	87	0,7	1
<b>Flavedo2</b>	0,679	303,30	12,13	24,26	88,06			
<b>Flavedo3</b>	0,683	298,82	11,95	23,91	86,76			
<b>Pulpa1</b>	0,713	265,22	10,61	21,22	60,14	60	0,4	1
<b>Pulpa2</b>	0,716	261,86	10,47	20,95	59,38			
<b>Pulpa3</b>	0,713	265,22	10,61	21,22	60,14			
<b>Sub. completo1</b>	0,72	257,38	10,30	20,60	93,25	92	1,1	1
<b>Sub. Completo2</b>	0,725	251,78	10,07	20,14	91,22			
<b>Sub. Completo3</b>	0,724	252,90	10,12	20,23	91,63			

## Taninos hidrolizables (Fracción 2)

	Abs	Co ( $\mu\text{mol Eq Trolox/l}$ )	x1 ( $\mu\text{mol Eq Trolox/0,5g}$ )	x2 ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g}$ )	Cf ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g BS}$ )	PROM. ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g BS}$ )	DESV.	Coef var
<b>Albedo1</b>	0,34	682,99	15,03	30,05	99,03	99	0,3	0,3
<b>Albedo2</b>	0,344	678,51	14,93	29,85	98,38			
<b>Albedo3</b>	0,341	681,87	15,00	30,00	98,87			
<b>Flavedo1</b>	0,405	610,19	13,42	26,85	97,44	97	0,1	0,1
<b>Flavedo2</b>	0,405	610,19	13,42	26,85	97,44			
<b>Flavedo3</b>	0,404	611,31	13,45	26,90	97,62			
<b>Pulpa1</b>	0,355	666,19	14,66	29,31	83,08	83	0,3	0,4
<b>Pulpa2</b>	0,358	662,823	14,58	29,16	82,66			
<b>Pulpa3</b>	0,354	667,31	14,68	29,36	83,22			
<b>Sub.completo1</b>	0,36	660,59	14,53	29,07	131,64	131	0,4	0,3
<b>Sub.Completo2</b>	0,364	656,11	14,43	28,87	130,74			
<b>Sub. Completo3</b>	0,362	658,35	14,48	28,97	131,19			

### Taninos condensados (Fracción 3)

	Abs	Co ( $\mu\text{mol EG Trolox/l}$ )	x1 ( $\mu\text{mol Eq Trolox/0,5g}$ )	x2 ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g}$ )	Cf ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g BS}$ )	PROM ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g BS}$ )	DESV.	Coef var
<b>Albedo1</b>	0,313	713,23	3,57	7,13	23,50	24	0,1	0,3
<b>Albedo2</b>	0,314	712,11	3,56	7,12	23,47			
<b>Albedo3</b>	0,31	716,59	3,58	7,17	23,61			
<b>Flavedo1</b>	0,315	710,99	3,55	7,11	25,80	26	0,1	0,2
<b>Flavedo2</b>	0,318	707,63	3,54	7,08	25,68			
<b>Flavedo3</b>	0,317	708,75	3,54	7,09	25,72			
<b>Pulpa1</b>	0,323	702,03	3,51	7,02	19,90	20	0,1	0,3
<b>Pulpa2</b>	0,327	697,55	3,49	6,98	19,77			
<b>Pulpa3</b>	0,324	700,91	3,50	7,01	19,87			
<b>Sub. completo1</b>	0,315	710,99	3,55	7,11	32,20	32	0,1	0,2
<b>Sub. Completo2</b>	0,317	708,75	3,54	7,09	32,10			
<b>Sub. Completo3</b>	0,316	709,87	3,55	7,10	32,15			

**Muestra deshidratada**

**Polifenoles extraíbles (Fracción 1)**

	<b>Abs</b>	<b>Co (µmol Eq Trolox/l)</b>	<b>x1 (µmol Eq Trolox/0,5g)</b>	<b>Cf (µmol Eq Trolox/1g BS)</b>	<b>PROM (µmol Eq Trolox/1g BS)</b>	<b>DESV.</b>	<b>Coef var</b>
<b>Albedo1</b>	0,671	312,26	12,49	24,98	25	0,1	1
<b>Albedo2</b>	0,674	308,90	12,36	24,71			
<b>Albedo3</b>	0,672	311,14	12,45	24,89			
<b>Flavedo1</b>	0,598	394,02	15,76	31,52	32	0,3	1
<b>Flavedo2</b>	0,591	401,86	16,07	32,15			
<b>Flavedo3</b>	0,592	400,74	16,03	32,06			
<b>Pulpa1</b>	0,811	155,46	6,22	12,44	13	0,6	5
<b>Pulpa2</b>	0,811	155,46	6,22	12,44			
<b>Pulpa3</b>	0,799	168,90	6,76	13,51			
<b>Sub. completo1</b>	0,687	294,34	11,77	23,55	24	0,2	1
<b>Sub. Completo2</b>	0,687	294,34	11,77	23,55			
<b>Sub. Completo3</b>	0,684	297,70	11,91	23,82			

**Taninos hidrolizables (Fracción 2)**

	<b>Abs</b>	<b>Co (µmol Eq Trolox/l)</b>	<b>x1 (µmol Eq Trolox/0,5g)</b>	<b>Cf (µmol Eq Trolox/1g BS)</b>	<b>PROM (µmol Eq Trolox/1g BS)</b>	<b>DESV.</b>	<b>Coef var</b>
<b>Albedo1</b>	0,361	659,47	14,51	29,02	29	0,1	0,5
<b>Albedo2</b>	0,365	654,99	14,41	28,82			
<b>Albedo3</b>	0,366	653,87	14,39	28,77			
<b>Flavedo1</b>	0,359	661,71	14,56	29,12	29	0,1	0,2
<b>Flavedo2</b>	0,361	659,47	14,59	29,02			
<b>Flavedo3</b>	0,359	661,71	14,56	29,12			
<b>Pulpa1</b>	0,352	669,55	14,73	29,46	30	0,1	0,3
<b>Pulpa2</b>	0,349	672,91	14,80	29,61			
<b>Pulpa3</b>	0,349	672,91	14,80	29,61			
<b>Sub.completo1</b>	0,337	686,35	15,10	30,20	30	0,0	0,0
<b>Sub.Completo2</b>	0,337	686,35	15,10	30,20			
<b>Sub.Completo3</b>	0,337	686,35	15,10	30,20			

**Taninos condensados (Fracción 3)**

	<b>Abs</b>	<b>Co (µmol Eq Trolox/l)</b>	<b>x1 (µmol Eq Trolox/0,5g)</b>	<b>Cf (µmol Eq Trolox/1g BS)</b>	<b>PROM (µmol Eq Trolox/1g BS)</b>	<b>DESV.</b>	<b>Coef var</b>
<b>Albedo1</b>	0,346	676,27	3,38	6,76	7	0,0	0,3
<b>Albedo2</b>	0,347	675,15	3,38	6,75			
<b>Albedo3</b>	0,349	672,91	3,36	6,73			
<b>Flavedo1</b>	0,285	744,59	3,72	7,45	7	0,3	4,8
<b>Flavedo2</b>	0,336	687,47	3,44	6,87			
<b>Flavedo3</b>	0,339	684,11	3,42	6,84			
<b>Pulpa1</b>	0,32	705,39	3,53	7,05	7	0,0	0,2
<b>Pulpa2</b>	0,323	702,03	3,51	7,02			
<b>Pulpa3</b>	0,321	704,27	3,52	7,04			
<b>Sub. completo1</b>	0,335	688,59	3,44	6,89	7	0,0	0,2
<b>Sub. Completo2</b>	0,333	690,83	3,45	6,91			
<b>Sub. Completo3</b>	0,332	691,95	3,46	6,92			

### Curva de calibración de Trolox (DPPH)

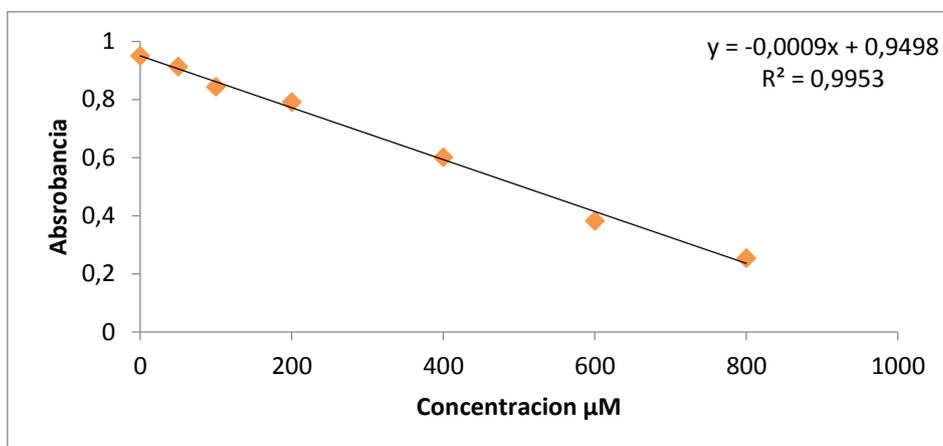
Estándar	Alícuota (mL)	Aforo (mL)	Concentración (µM)	Absorbancia
ET1	0	10	0	0,949
ET2	0.500	9.50	50	0,910
ET3	1	9	100	0,843
ET4	2	8	200	0,790
ET5	4	6	400	0,600
ET5	6	4	600	0,382
ET5	8	2	800	0,253

**Pendiente**

-0,00089285

**Intersección**

0,94980272



## Ejemplo de cálculo de la actividad antioxidante (DPPH) de las muestras

### Albedo

#### Fraccion1. Muestra fresca

**Pendiente**                      **Intersección**

-0,00089285                      0,94980272

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,708 - 0,94980272}{-0,00089285} = 270,82 \mu\text{mol/ml}$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000ml}{40ml} \quad x1 = 10,83 \mu\text{mol}$$

$$\frac{x1}{x2} = \frac{0,5gM}{1gM} \quad x2 = 21,66 \mu\text{mol/g}$$

$$\frac{x2}{Cf} = \frac{30,34\%ST}{100\%ST} \quad Cf = 71,39 \mu\text{mol/g BS}$$

#### Fraccion1. Muestra deshidratada

**Pendiente**                      **Intersección**

-0,00089285                      0,94980272

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección.$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,671 - 0,94980272}{-0,00089285} = 312,26 \mu\text{mol/ml}$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000ml}{40ml} \quad x1 = 12,49 \mu\text{mol}$$

$$\frac{x1}{Cf} = \frac{0,5gM}{1gM} \quad Cf = 24,98 \mu\text{mol/g BS}$$

## Fraccion2. Muestra fresca

**Pendiente**                      **Intersección**

-0,00089285                      0,94980272

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,340 - 0,94980272}{-0,00089285} = 682,98 \mu\text{mol/ml}$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000ml}{22ml} \quad x1 = 15,03 \mu\text{mol}$$

$$\frac{x1}{x2} = \frac{0,5gM}{1gM} \quad x2 = 30,05 \mu\text{mol/g}$$

$$\frac{x2}{Cf} = \frac{30,34\%ST}{100\%ST} \quad Cf = 99,03 \mu\text{mol/g BS}$$

## Fraccion2. Muestra deshidratada

**Pendiente**                      **Intersección**

-0,00089285                      0,94980272

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,361 - 0,94980272}{-0,00089285} = 659,46 \mu\text{mol/ml}$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000ml}{22ml} \quad x1 = 14,51 \mu\text{mol}$$

$$\frac{x1}{Cf} = \frac{0,5gM}{1gM} \quad Cf = 29,02 \mu\text{mol/g BS}$$

### Fraccion3. Muestra fresca

**Pendiente**                      **Intersección**

-0,00089285                      0,94980272

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,313 - 0,94980272}{-0,00089285} = 713,23 \mu\text{mol/ml}$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000ml}{5ml} \quad x1 = 3,57 \mu\text{mol}$$

$$\frac{x1}{x2} = \frac{0,5gM}{1g M} \quad x2 = 7,13 \mu\text{mol/g}$$

$$\frac{x2}{Cf} = \frac{30,34\% ST}{100\% ST} \quad Cf = 23,50 \mu\text{mol/g BS}$$

### Fraccion3. Muestra deshidratada

**Pendiente**                      **Intersección**

-0,00089285                      0,94980272

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Co = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,346 - 0,94980272}{-0,00089285} = 676,27 \mu\text{mol/ml}$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000ml}{5ml} \quad x1 = 3,38 \mu\text{mol}$$

$$\frac{x1}{Cf} = \frac{0,5gM}{1g M} \quad Cf = 6,76 \mu\text{mol/g BS}$$

**Combinación de tres fracciones en muestra fresca y deshidratada**

	Muestra fresca			TOTAL	Muestra deshidratada			TOTAL
	Fracción 1	Fracción 2	Fracción 3		Fracción 1	Fracción 2	Fracción 3	
<b>Albedo</b>	72	99	24	195	25	29	7	61
<b>Flavedo</b>	87	97	26	210	32	29	7	68
<b>Pulpa agotada</b>	60	83	20	163	13	30	7	50
<b>Subproducto completo</b>	92	131	32	255	24	30	7	61

#### Anexo 4.-Cuantificación de la actividad antioxidante (ABTS)

##### Muestra fresca

##### Polifenoles extraíbles (Fracción 1)

	Abs	Co ( $\mu\text{mol Eq Trolox/l}$ )	x1 ( $\mu\text{mol Eq Trolox/0,5g}$ )	x2 ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g}$ )	Cf ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g BS}$ )	PROM ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g BS}$ )	DESV.	COEF. VAR
Albedo1-450 $\mu\text{l}$	0,789	0,028	2,50	5,00	16,49	17	0,206	1,245
Albedo2-450 $\mu\text{l}$	0,786	0,028	2,54	5,07	16,73			
Albedo3-450 $\mu\text{l}$	0,791	0,028	2,48	4,95	16,32			
Flavedo1- 150 $\mu\text{l}$	0,902	76,29	3,05	6,10	22,15	23	0,6	3
Flavedo2- 150 $\mu\text{l}$	0,901	77,28	3,09	6,18	22,44			
Flavedo3- 150 $\mu\text{l}$	0,898	80,24	3,21	6,42	23,30			
Pulpa1-600 $\mu\text{l}$	0,735	0,036	2,38	4,76	13,48	13	0,158	1,1728
Pulpa2-600 $\mu\text{l}$	0,738	0,035	2,35	4,70	13,32			
Pulpa3-600 $\mu\text{l}$	0,732	0,036	2,41	4,81	13,64			
Sub. completo1-450 $\mu\text{l}$	0,784	0,029	2,56	5,13	23,22	23	0,225	0,9766
Sub. completo2-450 $\mu\text{l}$	0,786	0,029	2,54	5,08	23,00			
Sub. completo-450 $\mu\text{l}$	0,788	0,029	2,51	5,03	22,77			

## Taninos hidrolizables (Fracción 2)

	Abs.	Co ( $\mu\text{mol Eq Trolox/l}$ )	x1 $\mu\text{mol (Eq Trolox/0,5g)}$	x2 ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g}$ )	Cf ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g BS}$ )	PROM ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g BS}$ )	DESV.	Coef Var
<b>Albedo1-450<math>\mu\text{l}</math></b>	0,793	0,03	67,20	134,39	442,86	444	5,5341	1,25
<b>Albedo2-450 <math>\mu\text{l}</math></b>	0,795	0,03	66,53	133,06	438,46			
<b>Albedo3-450 <math>\mu\text{l}</math></b>	0,79	0,03	68,20	136,40	449,46			
<b>Flavedo1- 150 <math>\mu\text{l}</math></b>	0,91	0,01	28,16	56,31	204,38	199	7,7854	3,92
<b>Flavedo2- 150 <math>\mu\text{l}</math></b>	0,916	0,01	26,16	52,31	189,85			
<b>Flavedo3- 150 <math>\mu\text{l}</math></b>	0,911	0,01	27,82	55,65	201,96			
<b>Pulpa1-600 <math>\mu\text{l}</math></b>	0,965	0,004	9,81	19,61	55,58	55	2,8892	5,26
<b>Pulpa2-600 <math>\mu\text{l}</math></b>	0,967	0,004	9,141	18,28	51,80			
<b>Pulpa3-600 <math>\mu\text{l}</math></b>	0,964	0,004	10,14	20,28	57,48			
<b>Sub. completo1-450 <math>\mu\text{l}</math></b>	0,891	0,01	34,50	69,00	312,46	308	3,4898	1,13
<b>Sub. completo2-450 <math>\mu\text{l}</math></b>	0,893	0,015377024	33,83	67,6589	306,42			
<b>Sub. completo-450 <math>\mu\text{l}</math></b>	0,893	0,015377024	33,83	67,6589	306,42			

**Muestra deshidratada**

**Polifenoles extraíbles (Fracción 1)**

	<b>Abs.</b>	<b>Co (µmol Eq Trolox/l)</b>	<b>x1 (µmol Eq Trolox/0,5g)</b>	<b>Cf (µmol Eq Trolox/1g BS)</b>	<b>PROM (µmol Eq Trolox/1g BS)</b>	<b>DESV.</b>	<b>COEF. VAR</b>
<b>Albedo1</b>	0,479	494,66	19,79	39,57	40	0,1	0
<b>Albedo2</b>	0,478	495,65	19,83	39,65			
<b>Albedo3</b>	0,474	499,61	19,98	39,97			
<b>Flavedo1</b>	0,324	647,97	25,92	51,84	52	0,0	0
<b>Flavedo2</b>	0,327	645,00	25,80	51,60			
<b>Flavedo3</b>	0,324	647,97	25,92	51,84			
<b>Pulpa1</b>	0,577	397,73	15,91	31,82	32	0,1	0
<b>Pulpa2</b>	0,573	401,69	16,07	32,14			
<b>Pulpa3</b>	0,581	393,78	15,75	31,50			
<b>Sub. completo1</b>	0,572	402,68	16,11	32,214	32	0,0	0
<b>Sub. Completo2</b>	0,57	404,66	16,19	32,37			
<b>Sub. Completo3</b>	0,574	400,70	16,03	32,06			

**Taninos hidrolizables (Fracción 2)**

	<b>Abs</b>	<b>Co (µmol Eq Trolox/l)</b>	<b>x1 (µmol Eq Trolox/0,5g)</b>	<b>Cf (µmol Eq Trolox/1g Bf)</b>	<b>PROM (µmol Eq Trolox/1g Bf)</b>	<b>DESV.</b>	<b>COEF. VAR</b>
<b>Albedo1-85ul</b>	0,534	0,069825485	18,07247842	36,14495683	36	0,11992599	0,33083363
<b>Albedo2-85ul</b>	0,531	0,070280486	18,1902434	36,38048679			
<b>Albedo3-85ul</b>	0,533	0,069977152	18,11173341	36,22346682			
<b>Flavedo1-85ul</b>	0,6	0,059815461	15,48164881	30,96329762	31	0,31729434	1,01275967
<b>Flavedo2-85ul</b>	0,593	0,06087713	15,75643377	31,51286753			
<b>Flavedo3-85ul</b>	0,593	0,06087713	15,75643377	31,51286753			
<b>Pulpa1-85ul</b>	0,614	0,054989932	14,23268827	28,46537654	30	0,94357001	3,19259906
<b>Pulpa2-85ul</b>	0,611	0,058147124	15,04984387	30,09968775			
<b>Pulpa3-85ul</b>	0,611	0,058147124	15,04984387	30,09968775			
<b>Sub. completo1-85ul</b>	0,565	0,065123807	16,8555736	33,7111472	33	0,59446804	1,78559536
<b>Sub. completo2-85ul</b>	0,567	0,064820473	16,77706361	33,55412722			
<b>Sub. completo3-85ul</b>	0,579	0,063000469	16,30600368	32,61200737			

### Curva de calibración de Trolox (ABTS)

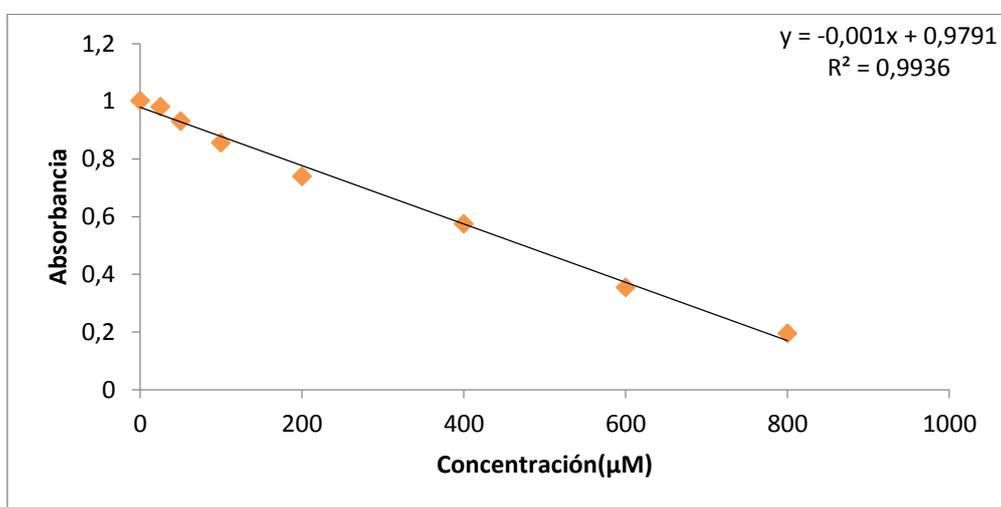
Estándar	Alícuota (mL)	Aforo (mL)	Concentración (µM)	Absorbancia
ET1	0	10	0	1,002
ET2	0.500	9.50	50	0,931
ET3	1	9	100	0,856
ET4	2	8	200	0,740
ET5	4	6	400	0,475
ET5	6	4	600	0,207
ET5	8	2	800	0,195

**Pendiente**

-0,00101105

**Intersección**

0,97912966



## Ejemplo de cálculo de la actividad antioxidante (ABTS) de las muestras

### Albedo

#### Fraccion1. Muestra fresca

**Pendiente**                      **Intersección**

-7,170515559                      0,990797588

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,789 - 0,990797588}{-7,17515559} = 0,028 \mu mol / \mu l$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{450 \mu l}{40000 \mu l} \quad x1 = 2,50 \mu mol$$

$$\frac{x1}{x2} = \frac{0,5gM}{1gM} \quad x2 = 5,00 \mu mol / g$$

$$\frac{x2}{Cf} = \frac{30,34\% ST}{100\% ST} \quad Cf = 16,49 \mu mol / g BS$$

#### Fraccion1. Muestra deshidratada

**Pendiente**                      **Intersección**

-0,00089285                      0,94980272

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,479 - 0,94980272}{-0,00089285} = 494,66 \mu mol / ml$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000ml}{40ml} \quad x1 = 19,79 \mu mol$$

$$\frac{x1}{Cf} = \frac{0,5gM}{1gM} \quad Cf = 39,57 \mu mol / g BS$$

## Fraccion2. Muestra fresca

**Pendiente**                      **Intersección**

-6,59339113                      0,994386732

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,340 - 0,994386732}{-6,59339113} = 0,03 \mu\text{mol}/\mu\text{l}$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{10 \mu\text{l}}{22000 \mu\text{l}} \quad x1 = 67,20 \mu\text{mol}$$

$$\frac{x1}{x2} = \frac{0,5 \text{gM}}{1 \text{g M}} \quad x2 = 134,39 \mu\text{mol}/\text{g}$$

$$\frac{x2}{Cf} = \frac{30,34\% ST}{100\% ST} \quad Cf = 442,86 \mu\text{mol}/\text{g BS}$$

## Fraccion2. Muestra deshidratada

**Pendiente**                      **Intersección**

-6,59339113                      0,994386732

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,698 - 0,994386732}{-6,59339113} = 0,044 \mu\text{mol}/\text{ml}$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{10 \mu\text{l}}{22000 \mu\text{l}} \quad x1 = 39,55 \mu\text{mol}$$

$$\frac{x1}{Cf} = \frac{0,5 \text{gM}}{1 \text{g M}} \quad Cf = 79,11 \mu\text{mol}/\text{g BS}$$

**Anexo 5.- Cuantificación de la actividad antioxidante (FRAP)**

**Muestra fresca**

**Polifenoles extraíbles (Fracción 1)**

	Abs	Co ( $\mu\text{mol EG Trolox/l}$ )	x1 ( $\mu\text{mol Eq Trolox/0,5g}$ )	x2 ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g}$ )	Cf ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g BS}$ )	PROM ( $\mu\text{mol Eq Trolox/1g BS}$ )	DESV.	Coef var
<b>Albedo1</b>	0,715	105,88	4,24	8,47	27,91	28	0,3	1
<b>Albedo2</b>	0,714	105,42	4,22	8,43	27,79			
<b>Albedo3</b>	0,71	103,58	4,14	8,29	27,31			
<b>Flavedo1</b>	0,9611	219,24	8,77	17,54	63,66	63	1,0	2
<b>Flavedo2</b>	0,946	212,29	8,49	16,98	61,64			
<b>Flavedo3</b>	0,953	215,51	8,62	17,24	62,57			
<b>Pulpa1</b>	0,682	90,68	3,63	7,25	20,56	21	0,6	3
<b>Pulpa2</b>	0,679	89,30	3,57	7,14	20,25			
<b>Pulpa3</b>	0,69	94,36	3,774	7,55	21,40			
<b>Sub. completo1</b>	0,8	145,03	5,80	11,60	52,55	53	0,5	1
<b>Sub. Completo2</b>	0,802	145,96	5,84	11,68	52,88			
<b>Sub. Completo3</b>	0,806	147,80	5,91	11,82	53,55			

**Taninos condensados (Fracción 3)**

	<b>Abs</b>	<b>Co (µmol Eq Trolox/l)</b>	<b>x1 (µmol Eq Trolox/0,5g)</b>	<b>Co (µmol Eq Trolox/1g)</b>	<b>Co (µmol Eq Trolox/1g BS)</b>	<b>PROM (µmol Eq Trolox/1g BS)</b>	<b>DESV.</b>	<b>COEF. VAR</b>
<b>Albedo1</b>	1,969	683,52	3,42	6,84	22,52	23	0,1	1
<b>Albedo2</b>	1,979	688,12	3,44	6,88	22,68			
<b>Albedo3</b>	1,985	690,89	3,45	6,91	22,77			
<b>Flavedo1</b>	0,624	63,96	0,32	0,64	2,32	2	0,1	4
<b>Flavedo2</b>	0,62	62,12	0,31	0,62	2,25			
<b>Flavedo3</b>	0,63	66,73	0,33	0,67	2,42			
<b>Pulpa1</b>	0,866	175,44	0,89	1,75	4,97	5	0,2	3
<b>Pulpa2</b>	0,856	170,83	0,85	1,71	4,84			
<b>Pulpa3</b>	0,879	181,43	0,91	1,81	5,14			
<b>Sub. completo1</b>	0,623	63,50	0,32	0,64	2,88	3	0,1	4
<b>Sub. Completo2</b>	0,619	61,66	0,31	0,62	2,79			
<b>Sub. Completo3</b>	0,63	66,73	0,33	0,67	3,02			

**Muestra deshidratada**

**Polifenoles extraíbles (Fracción 1)**

	<b>Abs</b>	<b>Co (µmol/l)</b>	<b>x1 (µmol/0,5g)</b>	<b>Cf (µmol/1g BS)</b>	<b>PROM (µmol/1g BS)</b>	<b>DESV.</b>	<b>COEF.VAR</b>
<b>Albedo1</b>	1,533	482,68	19,31	38,61	39	0,3	1
<b>Albedo2</b>	1,538	484,98	19,40	38,80			
<b>Albedo3</b>	1,521	477,15	19,09	38,17			
<b>Flavedo1</b>	1,613	519,53	20,78	41,56	42	0,1	0
<b>Flavedo2</b>	1,62	522,76	20,91	41,82			
<b>Flavedo3</b>	1,619	522,230	20,89	41,78			
<b>Pulpa1</b>	1,435	437,54	17,50	35,00	36	0,7	2
<b>Pulpa2</b>	1,448	443,53	17,74	35,48			
<b>Pulpa3</b>	1,472	454,58	18,18	36,37			
<b>Sub. completo1</b>	1,694	556,84	22,27	44,55	45	1,6	4
<b>Sub. Completo2</b>	1,689	554,54	22,18	44,36			
<b>Sub. Completo3</b>	1,768	590,93	23,64	47,27			

**Taninos condensados (Fracción 3)**

	<b>Abs</b>	<b>Co (µmol/l)</b>	<b>x1 (µmol/0,5g)</b>	<b>Cf (µmol EQ Trolox/1g BS)</b>	<b>PROM (µmol EQ Trolox/1g BS)</b>	<b>DESV.</b>	<b>COEF.VAR</b>
<b>Albedo1</b>	2,502	929,03	4,64	9,29	9	0,1	0,7
<b>Albedo2</b>	2,527	940,55	4,70	9,41			
<b>Albedo3</b>	2,525	939,63	4,70	9,40			
<b>Flavedo1</b>	1,634	529,20	2,65	5,29	5	0,5	8,5
<b>Flavedo2</b>	1,606	516,31	2,58	5,16			
<b>Flavedo3</b>	1,794	602,91	3,01	6,03			
<b>Pulpa1</b>	2,002	698,72	3,49	6,99	7	0,0	0,1
<b>Pulpa2</b>	1,999	697,34	3,49	6,97			
<b>Pulpa3</b>	2,001	698,26	3,49	6,98			
<b>Sub.completo1</b>	1,522	477,61	2,39	4,78	5	0,0	0,6
<b>Sub.Completo2</b>	1,519	476,23	2,38	4,76			
<b>Sub.Completo3</b>	1,51	472,09	2,36	4,72			

### Curva de calibración de Trolox (FRAP)

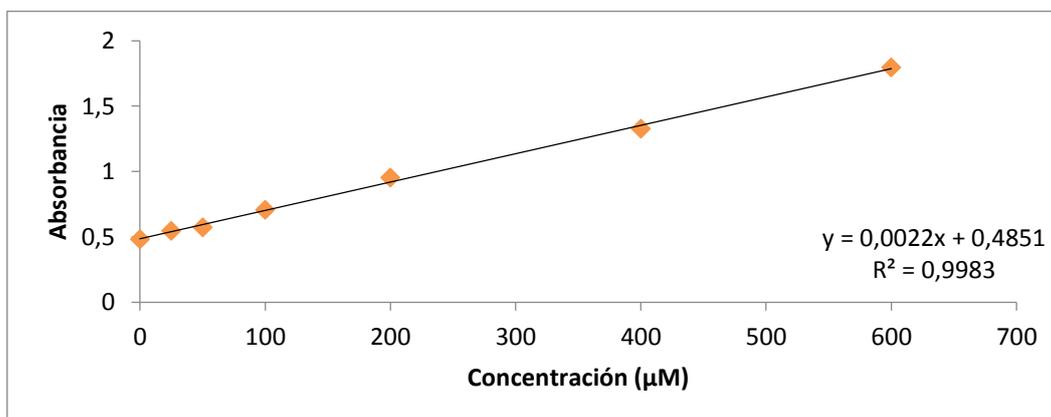
Estándar	Alícuota (mL)	Aforo (mL)	Concentración (µM)	Absorbancia
ET1	0	10	0	0,483
ET2	0,250	9.25	25	0,545
ET3	0.500	9.50	50	0,573
ET4	1	9	100	0,706
ET5	2	8	200	0,952
ET6	4	6	400	1,326
ET7	6	4	600	1,796
ET8	8	2	800	1,985

**Pendiente**

0,00217091

**Intersección**

0,48514202



## Ejemplo de cálculo de la actividad antioxidante (FRAP) de las muestras

### Albedo

#### Fraccion1. Muestra fresca

**Pendiente**                      **Intersección**

0,002171                      0,485142

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{Abs - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{0,715 - 0,485142}{0,002171} = 105,88 \mu\text{mol/ml}$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000ml}{40ml} \quad x1 = 4,23 \mu\text{mol}$$

$$\frac{x1}{x2} = \frac{0,5gM}{1gM} \quad x2 = 8,47 \mu\text{mol/g}$$

$$\frac{x2}{Cf} = \frac{30,34\%ST}{100\%ST} \quad Cf = 27,91 \mu\text{mol/g BS}$$

#### Fraccion1. Muestra deshidratada

**Pendiente**                      **Intersección**

0,002171                      0,485142

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentración = \frac{As - Intersección}{Pendiente} \quad Co = \frac{1,533 - 0,485142}{0,002171} = 482,68 \mu\text{mol/ml}$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000ml}{40ml} \quad x1 = 19,31 \mu\text{mol}$$

$$\frac{x1}{Cf} = \frac{0,5gM}{1gM} \quad Cf = 38,61 \mu\text{mol/g BS}$$

### Fraccion3. Muestra fresca

**Pendiente**                      **Intersección**

0,002171                      0,485142

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentracion = \frac{Abs-Interseccion}{Pendiente} \quad Co = \frac{1,969-0,485142}{0,002171} = 683,52\mu mol/ml$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000ml}{5ml} \quad x1 = 3,42\mu mol$$

$$\frac{x1}{x2} = \frac{0,5gM}{1g M} \quad x2 = 6,84\mu mol/g$$

$$\frac{x2}{Cf} = \frac{30,34\% ST}{100\%ST} \quad Cf = 22,52\mu mol/g BS$$

### Fraccion3. Muestra deshidratada

**Pendiente**                      **Intersección**

0,002171                      0,485142

$$Abs = Pendiente(Co) + Intersección$$

$$Concentracion = \frac{Abs-Interseccion}{Pendiente} \quad Co = \frac{2,502-0,485142}{0,002171} = 929,03\mu mol/ml$$

$$\frac{Co}{x1} = \frac{1000ml}{5ml} \quad x1 = 4,64\mu mol$$

$$\frac{x1}{Cf} = \frac{0,5gM}{1g M} \quad Cf = 9,29\mu mol/g BS$$

**Combinación de tres fracciones en muestra fresca y deshidratada**

	Muestra fresca		TOTAL	Muestra deshidratada		TOTAL
	Fracción 1	Fracción 2		Fracción 1	Fracción 2	
<b>Albedo</b>	17	444	461	40	36	76
<b>Flavedo</b>	23	199	222	52	31	63
<b>Pulpa agotada</b>	13	55	68	32	30	62
<b>Subproducto completo</b>	23	308	331	32	33	46

**Anexo 6.- Resultados actividad antioxidante en base fresca y base seca**

	Fenoles totales mg EAG/ 100g		DPPH μmol EQ. Trolox /g		ABTS μmol EQ. Trolox /g		FRAP μmol EQ. Trolox /g	
	Base seca	Base fresca	Base seca	Base fresca	Base seca	Base fresca	Base seca	Base fresca
<b>Albedo Fresco</b>	1391	423	191	59	460	139	51	15
<b>Albedo Deshidratado</b>	438	134	61	19	76	23	48	15
<b>Flavedo Fresco</b>	1004	277	211	58	273	61	65	18
<b>Flavedo deshidratado</b>	740	205	68	19	83	23	47	13
<b>Pulpa Fresca</b>	415	146	163	57	68	24	26	9
<b>Pulpa deshidratada</b>	579	199	49	17	61	22	42	15
<b>Sub. Completo fresco</b>	590	131	255	52	331	73	56	13
<b>Sub. completo deshidratado</b>	469	105	61	14	66	14	49	11

## Anexo 7.-Resultados diseño experimental

### ANOVA unidireccional: FTf vs. Parte

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Parte	3	1721619	573873	2350.33	0.000
Error	8	1953	244		
Total	11	1723572			

S = 15.63 R-cuad. = 99.89% R-cuad.(ajustado) = 99.84%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Parte	N	Media	Agrupación
Albedo	3	1391.3	A
Flavado	3	1004.0	B
Subprod. total	3	590.0	C
Pulpa	3	414.7	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: FTd vs. Parte

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Parte	3	167806	55935	167.60	0.000
Error	8	2670	334		
Total	11	170476			

S = 18.27 R-cuad. = 98.43% R-cuad.(ajustado) = 97.85%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Parte	N	Media	Agrupación
Flavado	3	740.33	A
Pulpa	3	579.33	B
Subprod. total	3	469.00	C
Albedo	3	438.33	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: DPPH f vs. Parte

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Parte	3	13430.67	4476.89	4476.89	0.000
Error	8	8.00	1.00		
Total	11	13438.67			

S = 1 R-cuad. = 99.94% R-cuad.(ajustado) = 99.92%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Parte	N	Media	Agrupación
Subprod. total	3	255.333	A
Flavado	3	210.667	B
Albedo	3	194.000	C
Pulpa	3	162.667	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: DPPH d vs. Parte

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Parte	3	574.917	191.639	459.93	0.000
Error	8	3.333	0.417		

Total 11 578.250

S = 0.6455 R-cuad. = 99.42% R-cuad.(ajustado) = 99.21%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Parte	N	Media	Agrupación
Flavado	3	68.333	A
Subprod. total	3	61.000	B
Albedo	3	60.667	B
Pulpa	3	49.000	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: ABTS f vs. Parte

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Parte	3	239500.7	79833.6	2885.55	0.000
Error	8	221.3	27.7		
Total	11	239722.0			

S = 5.260 R-cuad. = 99.91% R-cuad.(ajustado) = 99.87%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Parte	N	Media	Agrupación
Albedo	3	459.67	A
Subprod. total	3	331.00	B
Flavado	3	273.33	C
Pulpa	3	68.00	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: ABTS d vs. Parte

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Parte	3	869.667	289.889	695.73	0.000
Error	8	3.333	0.417		
Total	11	873.000			

S = 0.6455 R-cuad. = 99.62% R-cuad.(ajustado) = 99.47%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Parte	N	Media	Agrupación
Flavado	3	83.000	A
Albedo	3	76.000	B
Subprod. total	3	65.667	C
Pulpa	3	61.333	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: FRAP f vs. Parte

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Parte	3	2568.917	856.306	1712.61	0.000
Error	8	4.000	0.500		
Total	11	2572.917			

S = 0.7071 R-cuad. = 99.84% R-cuad.(ajustado) = 99.79%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Parte	N	Media	Agrupación
Flavado	3	65.000	A
Subprod. total	3	56.333	B
Albedo	3	50.667	C
Pulpa	3	25.667	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: FRAP d vs. Parte

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Parte	3	82.000	27.333	32.80	0.000
Error	8	6.667	0.833		
Total	11	88.667			

S = 0.9129 R-cuad. = 92.48% R-cuad.(ajustado) = 89.66%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Parte	N	Media	Agrupación
Subprod. total	3	49.333	A
Albedo	3	47.667	A
Flavado	3	47.333	A
Pulpa	3	42.333	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: FT A vs. Albedo

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Albedo	1	1362314	1362314	6385.84	0.000
Error	4	853	213		
Total	5	1363167			

S = 14.61 R-cuad. = 99.94% R-cuad.(ajustado) = 99.92%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Albedo	N	Media	Agrupación
Albedo Fresco	3	1391.33	A
Albedo Deshidratado	3	438.33	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: DPPH A vs. Albedo

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Albedo	1	26666.67	26666.67	40000.00	0.000
Error	4	2.67	0.67		
Total	5	26669.33			

S = 0.8165 R-cuad. = 99.99% R-cuad.(ajustado) = 99.99%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Albedo	N	Media	Agrupación
Albedo Fresco	3	194.000	A
Albedo Deshidratado	3	60.667	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: ABTS A vs. Albedo

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Albedo	1	220800.2	220800.2	17431.59	0.000
Error	4	50.7	12.7		
Total	5	220850.8			

S = 3.559 R-cuad. = 99.98% R-cuad.(ajustado) = 99.97%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Albedo	N	Media	Agrupación
Albedo Fresco	3	459.67	A
Albedo Deshidratado	3	76.00	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: FRAP A vs. Albedo

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Albedo	1	13.500	13.500	40.50	0.003
Error	4	1.333	0.333		
Total	5	14.833			

S = 0.5774 R-cuad. = 91.01% R-cuad. (ajustado) = 88.76%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Albedo	N	Media	Agrupación
Albedo Fresco	3	50.6667	A
Albedo Deshidratado	3	47.6667	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: FT F vs. Flavedo

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Flavedo	1	104280	104280	496.18	0.000
Error	4	841	210		
Total	5	105121			

S = 14.50 R-cuad. = 99.20% R-cuad. (ajustado) = 99.00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Flavedo	N	Media	Agrupación
Flavedo Fresco	3	1004.00	A
Flavedo Deshidratado	3	740.33	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: DPPHF vs. Flavedo

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Flavedo	1	30388.17	30388.17	91164.50	0.000
Error	4	1.33	0.33		
Total	5	30389.50			

S = 0.5774 R-cuad. = 100.00% R-cuad. (ajustado) = 99.99%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Flavedo	N	Media	Agrupación
Flavedo Fresco	3	210.667	A
Flavedo Deshidratado	3	68.333	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: ABTSF vs. Flavedo

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Flavedo	1	54340.2	54340.2	1638.40	0.000
Error	4	132.7	33.2		
Total	5	54472.8			

S = 5.759 R-cuad. = 99.76% R-cuad. (ajustado) = 99.70%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Flavado	N	Media	Agrupación
Flavado Fresco	3	273.33	A
Flavado Deshidratado	3	83.00	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: FRAPF vs. Flavado

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Flavado	1	468.167	468.167	702.25	0.000
Error	4	2.667	0.667		
Total	5	470.833			

S = 0.8165 R-cuad. = 99.43% R-cuad.(ajustado) = 99.29%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Flavado	N	Media	Agrupación
Flavado Fresco	3	65.000	A
Flavado Deshidratado	3	47.333	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: FTP vs. Pulpa

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Pulpa	1	40673	40673	203.02	0.000
Error	4	801	200		
Total	5	41474			

S = 14.15 R-cuad. = 98.07% R-cuad.(ajustado) = 97.58%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Pulpa	N	Media	Agrupación
Pulpa Deshidratada	3	579.33	A
Pulpa Fresca	3	414.67	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: DPPHP vs. Pulpa

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Pulpa	1	19380.17	19380.17	29070.25	0.000
Error	4	2.67	0.67		
Total	5	19382.83			

S = 0.8165 R-cuad. = 99.99% R-cuad.(ajustado) = 99.98%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Pulpa	N	Media	Agrupación
Pulpa Fresca	3	162.667	A
Pulpa Deshidratada	3	49.000	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: ABTSP vs. Pulpa

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Pulpa	1	66.67	66.67	16.00	0.016
Error	4	16.67	4.17		
Total	5	83.33			

S = 2.041 R-cuad. = 80.00% R-cuad.(ajustado) = 75.00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Pulpa	N	Media	Agrupación
Pulpa Fresca	3	68.000	A
Pulpa Deshidratada	3	61.333	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: FRAPP vs. Pulpa

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Pulpa	1	416.667	416.667	1250.00	0.000
Error	4	1.333	0.333		
Total	5	418.000			

S = 0.5774 R-cuad. = 99.68% R-cuad.(ajustado) = 99.60%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Pulpa	N	Media	Agrupación
Pulpa Deshidratada	3	42.333	A
Pulpa Fresca	3	25.667	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: FTPS vs. Subproducto

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Subproducto	1	21962	21962	41.28	0.003
Error	4	2128	532		
Total	5	24090			

S = 23.07 R-cuad. = 91.17% R-cuad.(ajustado) = 88.96%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Subproducto	N	Media	Agrupación
Sub.producto completo Fresco	3	590.00	A
Sub.producto completo Deshidratado	3	469.00	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: DPPHS vs. Subproducto

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Subproducto	1	56648.17	56648.17	48555.57	0.000
Error	4	4.67	1.17		
Total	5	56652.83			

S = 1.080 R-cuad. = 99.99% R-cuad.(ajustado) = 99.99%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Subproducto	N	Media	Agrupación
Sub.producto completo Fresco	3	255.33	A
Sub.producto completo Deshidratado	3	61.00	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: ABTSS vs. Subproducto

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Subproducto	1	105602.7	105602.7	17124.76	0.000
Error	4	24.7	6.2		
Total	5	105627.3			

S = 2.483 R-cuad. = 99.98% R-cuad.(ajustado) = 99.97%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Subproducto	N	Media	Agrupación
Sub.producto completo Fresco	3	331.00	A
Sub.producto completo Deshidratado	3	65.67	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### ANOVA unidireccional: FRAPS vs. Subproducto

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Subproducto	1	73.50	73.50	55.13	0.002
Error	4	5.33	1.33		
Total	5	78.83			

S = 1.155 R-cuad. = 93.23% R-cuad.(ajustado) = 91.54%

Agrupar información utilizando el método de Tukey

Subproducto	N	Media	Agrupación
Sub.producto completo Fresco	3	56.333	A
Sub.producto completo Deshidratado	3	49.333	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.